CLIMATE CHANGE
NEW DIRECTIONS FOR THE NORTHEAST

BACKGROUND PAPER

A Workshop of the Conference of the New England Governors
and the Eastern Canadian Premiers

March 29, 30 - 2001
Fredericton, NB, Canada

Co-sponsored by the Province of New Brunswick
and the
Premier's Round Table on Environment and Economy

New Nouveau Brunswick

NEW BRUNSWICK • NOUVEAU-BRUNSWICK

Climate Change Workshop
Contributing Sponsors

ADI Group
AMEC
Canadian Intergovernmental Conference Secretariat
Canadian Petroleum Products Institute
Connecticut Department of Environmental Protection
ENERPLAN Consultants
Heritage Salmon Limited
Maine Department of Environmental Protection
New Brunswick Department of the Environment and Local Government
New Brunswick Department of Natural Resources and Energy
New Brunswick Power Corporation
North American Commission for Environmental Co-operation
New Hampshire Department of Environmental Services
Rhode Island Department of Environmental Management
Rhode Island State Energy Office
University of New Brunswick
US Environmental Protection Agency
US Environmental Protection Agency (New England)
Vermont Department of Environmental Conservation

101-04836/

Table of Contents

Table of Figures 3

Preamble 4

1 New Directions for the Northeast Region 5

2 Global Climate Change Science 6

2.1 Observed Global Climate Changes 6
2.1.1 Human Influence on Climate 8
2.2 Global Greenhouse Gas Emissions Projections 8
2.3 Projected Global Climate Changes 9
2.4 Uncertainties of the Science 10
2.4.1 Taking Action in an Uncertain Environment 11

3 Projected Climate Change in the Northeast Region 12

3.1 Climate Change Modeling 12
3.2 Northeast Regional Characteristics 12
3.2.1 Geography and Ecosystems 12
3.2.2 Socioeconomic Characteristics 13
3.3 Climate Change Projections for the Northeast Region 14
3.3.1 Temperature 14
3.3.2 Precipitation 16
3.3.3 Sea Level Rise 16
3.3.4 Storms 18
3.3.5 Reductions in Sea Ice 19
3.4 Potential Climate Change Impacts 19
3.4.1 Coastal Erosion 19
3.4.2 Reductions in Sea Ice 19
3.4.3 Coastal Wetlands and Estuaries 20
3.4.4 Impacts of Sea Level Rise on Infrastructure 20
3.4.5 Extreme Weather Events 21
3.4.6 Freshwater Resources and Wetlands 22
3.4.7 Coastal Fisheries 22
3.4.8 Permafrost and Tundra and Taiga Ecosystems 23
3.4.9 Forests 24
3.4.10 Agriculture 25
3.4.11 Recreation and Tourism 21
3.4.12 Human health and social impacts 26
3.4.13 Institutional Responsiveness 27
3.4.14 Costs of Natural Disasters 27

4 Northeast Region Emissions Inventory 29

4.1 Energy-related Sources of Emissions 30

41

4.1.1 Transportation 31
4.1.2 Utility Generation 31
4.1.3 Commercial and Residential 32
4.1.4 Industrial 33
4.2 Non-Energy Related Emissions 34

5 Options for Action 35

5.1 How much Emission Reduction? 35
5.2 Common Objectives 36
5.3 Common Priorities 37
5.3.1 Enhancing Awareness and Understanding 38
5.3.2 Technology and Innovation 38
5.3.3 Government Leadership 38
5.3.4 Investing in Knowledge/Building the Foundation 39
5.4 Policy and Program Options 39
5.4.1 Cross-Sectoral 39
5.4.2 Energy Use and Efficiency 39
5.4.3 Energy Sources and Generation 40
5.4.4 Transportation 40
5.4.5 Agriculture and Forestry 41
5.4.6 Non-fuel Sources of Greenhouse Gas 41
5.5 Gaps in the Options 42
5.5.1 Social objectives 42
5.5.2 Ecological Objectives 42

6 Next Steps 43

7 References 44

Table of Figures

Figure 2-1 Variations in global temperature 1860-2000 6
Figure 2-2 Global atmospheric concentrations of three greenhouse gases and their radiative forcing effect. 7
Figure 2-3 Projected CO_2 emissions of the six SRES scenarios. 9
Figure 3-1 The Canadian Center and Hadley Centre Model emissions scenarios compared to IPCC emissions scenarios. 12
Figure 3-2 The NEG-ECP Northeast Region with political jurisdictions. 13
Figure 3-3 Regional population density. 14
Figure 3-4 Northeast Region Gross Regional Product 15
Figure 3-5 NAST Northeast Region Temperature Change - 20th & 21st Centuries. 15
Figure 3-6 Average Annual Temperatures in three Canadian Maritime Provinces. 16
Figure 3-7 NAST-Northeast Region Precipitation Change - 20th & 21st Centuries. 17
Figure 3-8 Atlantic Canadian coastal areas sensitive to sea level rise. 17
Figure 3-9 Map of the Coastal Vulnerability Index (CVI) for the U.S. Atlantic coast. 18
Figure 3-10 Global temperature and intense winter storm frequency over the past century. 20
Figure 3-11 Storm surge damage to the Barachois government wharf, Barachois New Brunswick, January 26, 2000. 23
Figure 3-12 The permafrost zone in the Northeast Region. 24
Figure 3-13 Dominant forest types in NAST-Northeast Region. 26
Figure 3-14 Potential Health Effects of Climate Variability and Change. 28
Figure 4-1 Northeast Region Greenhouse Gas Emissions, 1990-1997. 30
Figure 4-2 Energy-related Greenhouse Gas Emissions for the Northeast Region, 1997. 31
Figure 4-3 New England States Energy-related Greenhouse Gas Emissions by Sector - 1997 32
Figure 4-4 Canadian Provinces Energy-Related Greenhouse Gas Emissions by Sector, 1997 33
Figure 5-1 Canadian emissions trend and Kyoto Protocol target. 36
Figure 5-2 Potential for Future CO_2 Emissions Reductions 37

Preamble

The UN Framework Climate Change Convention

The United Nations Framework Convention on Climate Change process began in the 1980s, when scientific evidence suggested a link between anthropogenic greenhouse gas emissions and the risk of global climate change. The UNFCC provides the overall policy framework for addressing the climate change issue. Opened for signature at the Rio de Janeiro Earth Summit in June 1992, the Convention came into force on March 21, 1994 (Reference: 37). Each country committed to action will adopt approaches that reflect its geography, the unique structure of its economy and circumstances, and its pre-existing regulatory and social priorities.

> *"The ultimate objective of this Convention . . . is to achieve . . . stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic (related to humans) interference with the climate system."*

The Intergovernmental Panel on Climate Change

The World Meteorological Organization (WMO) and the United Nations Environment Programme (UNEP) established the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in 1988. Its role is to assess the scientific, technical and socioeconomic information relevant for the understanding of the risk of human-induced climate change.

The IPCC First Assessment Report in 1990 played an important role in establishing the UNFCCC. Its Second Assessment Report, *Climate Change 1995* (Reference: 19), provided key input to the negotiations, which lead to the introduction of the Kyoto Protocol to the UNFCCC in 1997. The working group reports of the Third Assessment Report, *Climate Change 2001*, (Reference: 16) are being released as this document is in preparation, in early 2001.

The Kyoto Protocol

The 1997 Kyoto Protocol to the Framework Convention (Reference: 36) sets quantified greenhouse gas emission targets for developed nations. Industrialized countries will reduce collective emissions to 5.2 per cent below 1990 levels by the year 2010. National targets range between 6 and 8 per cent. Some countries may increase emissions (Norway by 1%, Australia 8% and Iceland 10%) while developing nations do not have quantified targets.

Many governments are awaiting agreement on the operational details of how the Protocol will work in practice before deciding on ratification. The sixth Conference of the Parties to the UNFCCC, (COP 6) met in The Hague in November 2000 to negotiate a number of unresolved issues in both the UNFCCC and the Protocol. These negotiations are ongoing and the COP6 is scheduled to resume in Bonn in the first half of 2001.

1. New Directions for the Northeast Region

Recognizing the cross-boundary significance of many social, economic and environmental issues, the Governors of New England States and the Premiers of the Eastern Canadian Provinces meet regularly to discuss issues and explore options for joint action.

Global climate change is well suited to such a collaborative approach. The projected changes in the global climate could have many similar impacts across the Northeast Region of North America. Climate change is complex and a regional focus will help to clarify issues, information gaps and potential for emissions reduction (mitigation) and adaptation. The regional approach provides opportunities for sharing of knowledge, for collaboration in data collection and for development of coordinated responses that are more extensive and more effective than could be accomplished by individual jurisdictions.

Which "Northeast" is which?

The "Northeast Region" discussed in this document includes eleven jurisdictions in the U.S. and Canada:

- the six New England States (Maine, New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut and Vermont), and
- the four Atlantic Provinces (Newfoundland and Labrador, Nova Scotia, Prince Edward Island and New Brunswick) and the Province of Québec.

Readers should note that U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Region 1 (New England) is also referred to as "the Northeast". The U.S. National Assessment Synthesis Team (NAST) defines "the Northeast" as the New England states plus New York, New Jersey, Pennsylvania, Delaware, Maryland, Virginia and West Virginia.

In this document, these regions are referred to respectively as the "EPA-Northeast Region" and the "NAST-Northeast Region".

2. Global Climate Change Science

The global climate is a complex system, which has natural internal fluctuations from day to night, seasonally, and over periods of many years. Climate can be "forced" by external factors, such as "greenhouse gases", variations in solar energy inputs, dust and gas from volcanic eruptions and changes in the surface reflectivity of the earth due to snow cover or loss of trees. Greenhouse gases are the largest, and best-understood, climate forcing factors. The atmospheric gases carbon dioxide (CO_2), methane (CH4) and nitrous oxide (N_2O) trap heat and radiate it back to the earth's surface, called "radiative forcing". This creates a natural global greenhouse and moderates temperature fluctuations at the surface.

Climate is naturally highly variable, which makes it difficult to identify long-term warming or cooling trends. However, information about climate as far back as 400,000 years is available from bubbles of ancient atmospheric gases trapped in very old ice in Antarctica and Greenland. Combined with geological observations of plant life and volcanic dust and human records, we now can speculate with some confidence about the past climate of the earth and the relative significance of recent events. This historical evidence suggests that, in the past 100 years, global climate has begun to change (Reference: 16) (see Figure 2-1).

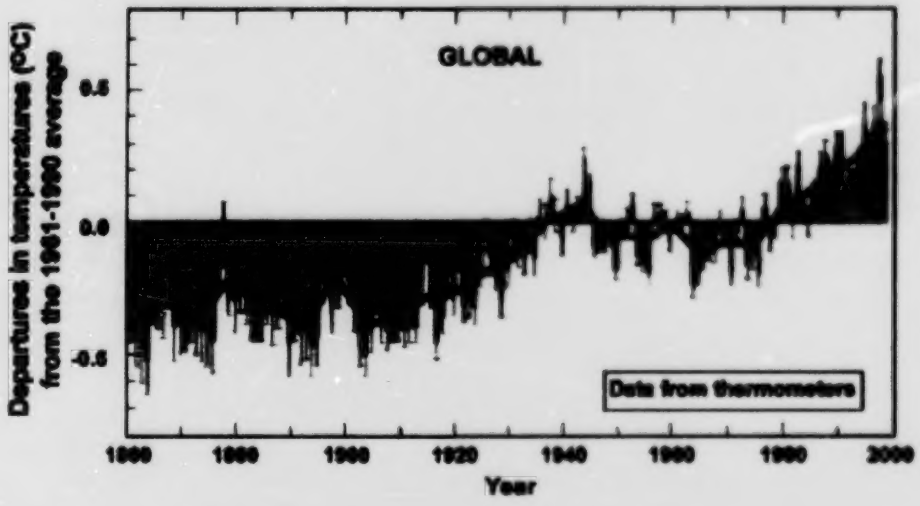

Figure 2-1. Variations in global temperature 1860-2000.The Earth's surface temperature is shown year by year (red bars) and approximately decade by decade (black line). There are uncertainties in the annual data (thin black whisker bars represent the 95% confidence range) Over both the last 140 years and 100 years, the best estimate is that the global average surface temperature has increased by 0.6 ± 0.2° C. Source: Source: IPCC, (Reference 16).

2.1 Observed Global Climate Changes

Historically, there are variations in concentrations of atmospheric greenhouse gases. However, in the last two centuries, there have been significant increases in the concentration of atmospheric carbon dioxide, which has risen 30%, from about 280 ppm in the 1750's to 330 ppm today. This rate of increase is unprecedented during the past 20,000 years (Reference: 16). Concentrations of methane, a greenhouse gas with 22 times the warming potential of carbon dioxide, have more than doubled in the atmosphere and are now 151% of pre-industrial levels. The current levels of CO_2 and methane

are the highest in the past 420,000 years (Reference: 16). In the absence of emissions control policies, these rates of increase will continue and the concentration of greenhouse gases is projected to double by the year 2100.

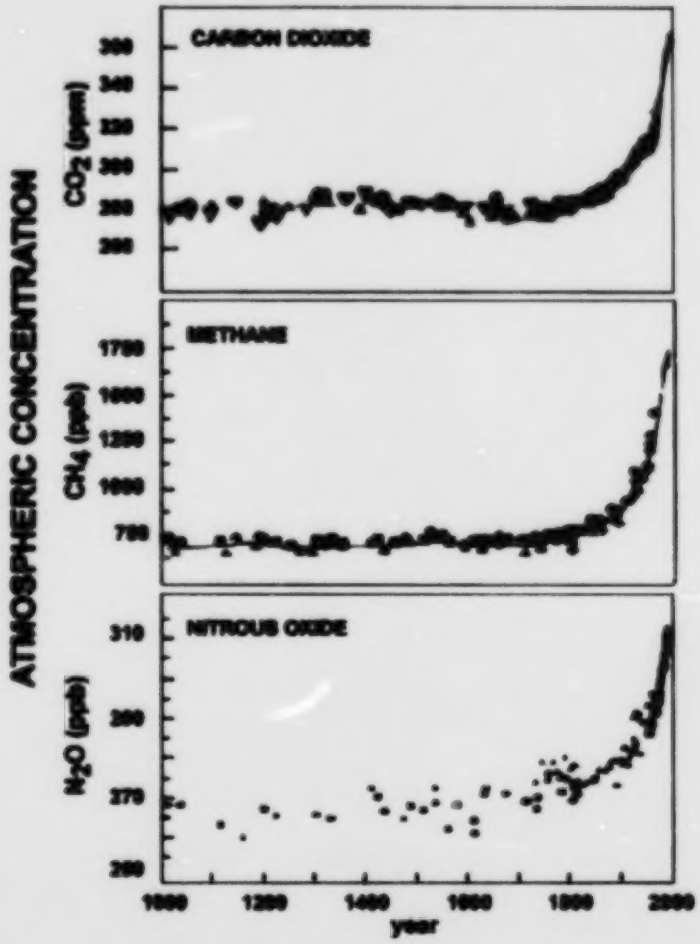

Figure 2-2. Global atmospheric concentrations of three greenhouse gases. Long records of past changes in atmospheric composition provide the context for the influence of anthropogenic emissions. Changes in the atmospheric concentrations of carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), and nitrous oxide (N_2O) over the past 1000 years. Since these gases have atmospheric lifetimes of a decade or more, they are well mixed, and their concentrations reflect emissions from sources throughout the globe. All three records show effects of the large and increasing growth in anthropogenic emissions during the Industrial Era. Source: IPCC, (Reference 16).

Global temperatures have also increased, with an overall warming of 0.6°C since 1861, the earliest period for which there are instrument readings. The 1990s were likely the warmest decade and 1998 the warmest year in the instrument record. When compared to information gleaned from Arctic ice-cores, the temperature rise in the Northern Hemisphere during the 20th century is likely to have been the largest of the past 1000 years (Reference: 16).

Associated with these temperature observations, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) also reports:

- global average sea level rose between 0.1 and 0.2 metre during the 20th century,
- precipitation likely (see *NOTE*) has increased by 0.5 to 1% per decade in the 20th century over most mid- and high-latitudes of the Northern Hemisphere continents,
- widespread retreat of glaciers,
- a 30-year global trend in extreme weather such as higher maximum temperatures, a higher heat index (a measure of heat and humidity that affects human comfort) and more intense precipitation events over the Northern Hemisphere.

These climate changes are now considered as extending beyond the range of natural climate variability. It is now considered likely that the warmer temperatures of the last few decades are higher than expected and very likely that minimum temperatures have increased and that more intense storms have occurred in the Northern Hemisphere (Reference: 16).

NOTE

The IPCC has adopted the following words to indicate judgmental estimates of confidence:

- **virtually certain** *(greater than 99% chance that a result is true);*
- **very likely** *(90-99% chance);*
- **likely** *(66-90% chance);*
- **medium likelihood** *(33-66% chance);*
- **unlikely** *(10-33% chance);*
- **very unlikely** *(1-10% chance);*
- **exceptionally unlikely** *(less than 1% chance).*

(Reference: 16)

2.1.1 Human Influence on Climate

Most of the temperature rise observed in the past 50 years is due to higher levels of greenhouse gases in the atmosphere (Reference: 19), and most scientists now agree that human activities have contributed substantially to the rise. Industrialization and economic and demographic growth have been central factors contributing to the rise in greenhouse gas emissions. Human activities that have contributed to increases in CO_2 include fossil fuel consumption, deforestation and changes in land use, and production of concrete. Methane levels have increased due to activities such as livestock and rice cultivation, biomass burning, natural gas delivery systems, landfills and coal mining, while nitrous oxide increases result primarily from the application of nitrogenous fertilizers and the combustion of fossil fuels and wood (Reference: 15).

Since some greenhouse gases have a long life span in the atmosphere, the greenhouse gas emissions due to human activities are projected to continue to influence global climate in the 21st century. For example, several centuries after an initial CO_2 emission, about a quarter of the resulting increase in atmospheric concentration is still present. Even if greenhouse gas concentrations are stabilized, temperature increases are projected to continue for hundreds of years, but at a much slower rate (Reference: 16).

2.2 Global Greenhouse Gas Emissions Projections

The climate of the coming century will continue to be influenced by natural changes and by the ongoing response of the global climate system to human activities. Computer modeling, based on known variables that affect emissions and, therefore, climate change, provides snapshots of possible future conditions. Different models can produce different results from the same starting points, because they are dependent on underlying assumptions. In addition, unknown or uncertain influential factors and interactions limit efforts to model climate. However, confidence in the projections from climate modeling is increasing, as knowledge of climate change processes improves. Over time, as more information and more sophisticated computing become available, the models evolve to provide a higher degree of resolution and a better representation of physical processes, resulting in greater confidence in their predictive powers (Reference: 16).

To provide a common basis for their climate change projections, the IPCC developed six storylines that establish different underlying assumptions about how people will live in the 21st century, in their report Special Report on Emissions Scenarios (SRES)(Reference: 17). The storylines reflect divergent futures based on underlying areas of uncertainty about the driving forces of future emissions, such as:

- the rates of economic and population growth,
- the rate of introduction of more efficient technologies,
- the use of alternate fuel sources,
- the degree of social and cultural convergence between regions,
- equalizing of income, and
- the level of economic, social and environmental sustainability.

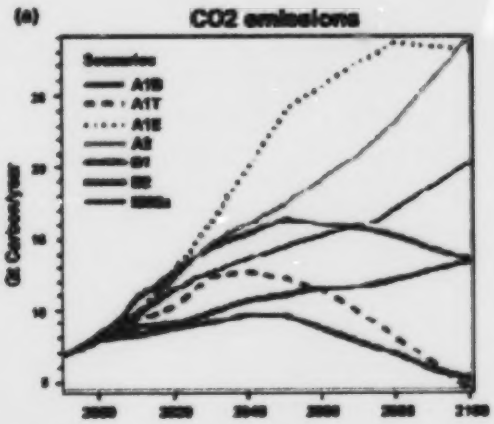

Figure 2-3. Projected CO_2 emissions of the six SRES scenarios.
Six CO_2 emissions scenarios reflect the differences in the underlying assumptions of the IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES) storylines about how people will live in the 21st century. Source: IPCC, (Reference 16).

Six modeling approaches were used to develop 40 emissions scenarios and to project a range of related climate outcomes, such as atmospheric CO_2 concentrations, temperature change and sea level rise. These scenarios form the basis for modeling of the projected climate change outcomes that are reported in the IPCC's Third Assessment Report.

2.3 The Projected Global Climate Changes

From the SRES scenarios, the IPCC Third Assessment Report (Reference: 16) projects a range of global climate changes in the coming century, including:

Temperature

The globally averaged surface temperature is projected to increase by 1.4 to 5.8°C, with a much larger rate of warming than the observed changes during the 20th century and is very likely to be without precedent during at least the last 10,000 years, based on scientific ice-core data. It is very likely that nearly all land areas will warm more rapidly than the global average, particularly those at northern high latitudes in the cold season. By way of reference, global temperatures in the last ice age were 4 to 6°C cooler than today.

- Recent trends point to surface temperature becoming warmer and with more precipitation, with "El-Niño-like" conditions becoming the norm in the tropical Pacific.

Precipitation

- Global average water vapour concentration and precipitation are projected to increase during the 21st century. By the second half of the 21st century, it is likely that precipitation will have increased over northern mid-to-high latitudes and Antarctica in winter. Larger year-to-year variations in precipitation are very likely over most areas where an increase in mean precipitation is projected.

Extreme Events

- Higher maximum temperatures and more hot days, higher minimum temperatures, fewer cold days and frost days, a reduced diurnal temperature range and an increase of human discomfort from heat and humidity are very likely over most or nearly all land areas.

- Over many Northern Hemisphere mid- to high-latitude land areas, more intense precipitation events are very likely.

Deep Ocean Circulation

- Differences in temperature and salinity (thermohaline effects) are drivers of deep ocean currents. The current projections using climate models do not exhibit a complete shut down of the deep ocean circulation by 2100, but beyond 2100, it could completely, and possibly irreversibly, shut down in either hemisphere if global warming effect is large enough and lasts long enough.

Snow and Ice

- Northern Hemisphere snow cover and sea-ice extent are projected to decrease further. Glaciers and icecaps are projected to experience greater precipitation, while the Greenland ice sheet is likely to lose mass because the increase in runoff will exceed the precipitation increase.

Sea Level

- Global mean sea level is projected to rise by 0.09 to 0.88 metres between 1990 and 2100. This is due primarily to thermal expansion and loss of mass from glaciers and ice caps. These sea level projections are slightly lower than in the IPCC Second Assessment Report (which were 0.13 to 0.94 metres) primarily due to improved models.

2.4 Uncertainties of the Science

Global climate responses are difficult to predict. Small changes sometimes have much larger impacts on the system than might be anticipated and there is still very little data on how climate varies on a local or regional scale.

At the global level, however, scientists are now certain that human activity is increasing the concentrations of greenhouse gases in the atmosphere and influencing climate and that global temperatures are increasing. How much human activity is contributing to the changes in global climate is less certain, because the natural factors affecting climate, the effects of changes in solar radiation and even of pollution are less well understood. While the IPCC projects that temperature increases are "very likely", how much and how fast temperatures will increase is not yet clear (Reference: 16).

How the global changes will interact in a region like the Northeast is still relatively uncertain. Human health, agriculture, water resources, forests, wildlife and coastal areas are all vulnerable to changes in climate. The extent and timing of possible changes, and even whether some changes would be adverse or beneficial, are still largely uncertain. With the

limitations in resources and understanding, and the intricate complexities of ecosystems, science can never fully predict the impacts of human interventions in the environment.

2.4.1 Taking Action in an Uncertain Environment

Although there are uncertainties, the potential economic and ecological risks of global climate change are high. The 1992 Earth Summit in Brazil in debating global climate change, developed what is called "the precautionary principle". The precautionary principle (principle 15 of the Rio Declaration) (Reference: 38) recognizes both the uncertainty of science and the potentially large risks. It states that, if there is reasonable evidence that environmental harm is being or will be done, jurisdictions have an obligation to act with precaution to avoid the potential harm.

Taking action to reduce greenhouse gas emissions and develop strategies for adaptation to impacts of climate change is like investing in an insurance policy for the future of the region (Reference: 20). At the same time, some of the actions that can be taken carry associated benefits, such as reducing air pollution, or the consumption of fossil fuel and increasing efficiency. These ancillary benefits can improve quality of life and economic viability of communities and businesses and protect the environment.

The timing of action is critical. The concentrations of greenhouse gases continue to rise in the atmosphere and the processes that influence the climate system move quite slowly. The IPCC in its Second Assessment Report states that equilibration of the global climate system, after stabilization of atmospheric concentrations of long-lived greenhouse gases, could take from decades to millennia; it could take centuries to equilibrate sea levels once climate is stabilized; and centuries to restore damaged or disturbed ecological systems.

3 Projected Climate Change in the Northeast Region

3.1 Climate Change Modeling

Projections of regional climate changes and impacts depend on the geographic, ecological and demographic characteristics of the region. These projections are much more difficult and much less certain than those at a global level. For this reason, both the *Canadian Country Study National Summary for Policy Makers* (Reference: 6) and the National Assessment Synthesis Team (NAST) in the United States (Reference: 22) employed several general climate models to develop a picture of climate change impacts in different areas of the North American continent. Figure 3-1 shows how the principal models used by NAST compare to the IPCC emissions scenarios discussed in section 2.3.

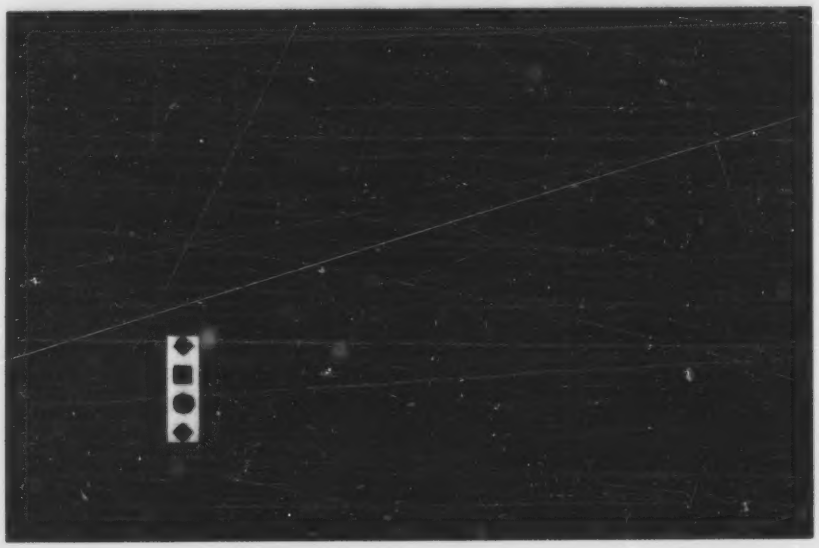

Figure 3-1 The Canadian Center and Hadley Centre Model emissions scenarios compared to IPCC emissions scenarios. A comparison of the projections of total carbon dioxide emissions (in billions of metric tons of carbon, GtC) used in the National Assessment report, and the emissions scenarios of human-induced warming influence due to all the greenhouse gases and sulfate aerosols prepared by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in 1992 and 2000. Both the emissions scenarios and the human-induced warming influence assumed in the National Assessment lie near the midrange of the set of IPCC scenarios. Source: National Assessment Synthesis Team (NAST), (Reference 22).

3.2 Northeast Regional Characteristics

3.2.1 Geography and Ecosystems

The Northeast Region is extremely diverse, stretching more than 63,000 km along the Atlantic coast of North America and spanning 2.25 million square kilometres (869 thousand square miles), from the western border of Québec to the easternmost city in North America, St. John's Newfoundland; and from Stamford Connecticut in the south to the most northerly point of Québec (References: 25, 45).

The ecological diversity of the Northeast Region results in numerous biologically rich transition areas where ecosystems abut one another. The New England States and the southern areas of the Canadian provinces are defined by their moist continental climate, mixed and broadleaf forests, highly managed agricultural areas, rich coastal zone and the ancient Appalachian mountains, which run through the region all the way to the Northern Peninsula of the island of Newfoundland (References: 28, 39). Southern Québec, along the St. Lawrence River shares this climate, but extensive areas of Québec, Newfoundland and Labrador have boreal forest, taiga or arctic climates, and are characterized by coniferous forests or tundra and the presence of permafrost (Reference: 14). Coastal ecosystems range from sand dunes and mudflats to steep rocky cliffs. Every jurisdiction in the Northeast Region, except Vermont, has a marine border. The Region also has an abundance of freshwater, with 220 thousand square km of lakes, wetlands and rivers (References: 33, 39).

The climate of the Northeast Region varies widely from north to south and throughout the year due to the influences of ocean and atmospheric currents. The southern half of the Region is temperate, while the northern portion has a sub-arctic to arctic climate. The warm Gulf Stream from the south and the cold Labrador Current from the north converge offshore of the island of Newfoundland. Similarly, the Region is affected by the convergence of a warm and moist air storm track from the south and cold and dry air from the northwest. These systems are more intense during winter months (Reference: 14) and make the Region prone to natural weather extremes such as hail, thunderstorms, heavy snowfalls and variance between freezing and near-freezing temperatures, which can result in ice storms. Drought and hurricanes can affect southern parts of the Region (Reference: 22).

3.2.2 Socioeconomic Characteristics

Most of the Northeast Region's population of about 23 million (1994 and 1999 data) (References: 33, 41) is focused in high-density cities that form a nearly continuous band along the New England coast as far north as southern Maine, and along the St Lawrence River in southern Québec. In Rhode Island, Connecticut and Massachusetts, 85% of the people live in urban areas. These three states have some of the highest population densities in the United States, ranking second to fourth after New Jersey (Reference: 44). Similarly, more than three-quarters of Québec's population lives in urban areas (Reference: 13). In the remaining jurisdictions in the Northeast Region, the majority (53%) are rural dwellers. The northern Maine and Atlantic Canadian populations are smaller and the cities are more dispersed.

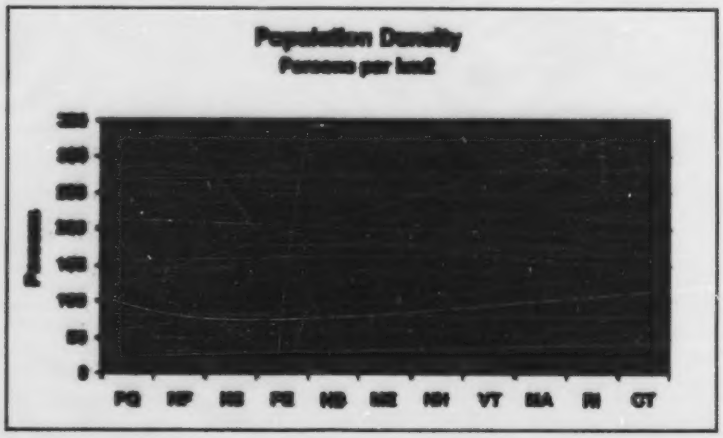

Figure 3-2: Regional population density.
Sources: Statistical Abstracts of the US, 1999 (Reference: 39) and Statistics Canada, 1999 (Reference: 33).

The Northeast Region contributes about 690 billion $US (1997) in gross internal product to the economies of the U.S. and Canada (References: 33, 41). The Northeast Regional economy is diversified, with a service sector dependent on communication and travel, a large manufacturing sector, resource-based activities (fishing, forestry and agriculture), power generation and a well-established transportation network. The Northeast Region has some of the oldest metropolitan centers in North America with well-established cultural and educational institutions (Reference: 22).

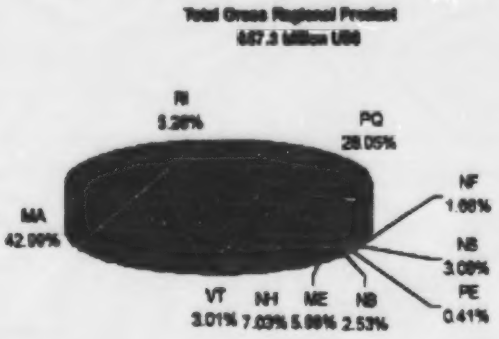

Figure 3-3: Northeast Region Gross Regional Product
Sources: Statistical Abstracts of the US, 1999 (Reference: 39) and Statistics Canada, 1999 (Reference: 33).

3.3 Climate Change Projections for the Northeast Region

"Is this global climate change?" It's a question that is becoming more common as weather goes beyond what we expect, and it's not an easy question to answer. The early signals of climate change are difficult to identify within the normal climatic variations. The moderating influences of the Atlantic Ocean and of non-greenhouse gas air pollutants, such as SO_2, dampen any signals of climate change. However, the types of weather experienced in the 1990s give an indication of the types of weather changes we might experience as the region's climate adjusts to the changes in the earth's atmosphere.

3.3.1 Temperature

Global climate change modeling projects a shifting of climate zones northward in the Northern Hemisphere (Reference: 19). The temperature projections for the 21st century include greater warming in nighttime temperatures and in seasonal minimum temperatures. These variations could be moderated in coastal areas of the Northeast Region, by the influence of the ocean (Reference: 22). A key issue for the Northeast Region could be changes in the timing of seasonal changes, such as earlier onset of spring snowmelt or later frosts.

Figure 3-4 NAST Northeast Region Temperature Change - 20th & 21st Centuries.
The largest warming during the last century has occurred along the coastal region, as much as 4°F, with some inland cooling. Future model scenarios project relatively uniform increases in annually averaged temperatures by the year 2100. However, the Canadian model projects increases that are twice as large as the Hadley model. Source: National Assessment Synthesis Team (NAST), (Reference: 22).

The two models used to simulate conditions in the NAST-Northeast in the year 2100 produce somewhat differing results (Figure 3-4):

- compared to average conditions observed in the past 100 years, the Canadian model for the end of the 21st century projects a climate that is as much as 5° C (9° F) warmer and drier
- the Hadley model projects lower temperature increases 2-3° C (4-5° F) but greater increases in precipitation.

In the northern areas of the Northeast Region, which were not modeled in the NAST report, even greater increments of warming are projected (Reference: 6), along with losses of sea ice, snow and permafrost (Reference: 16).

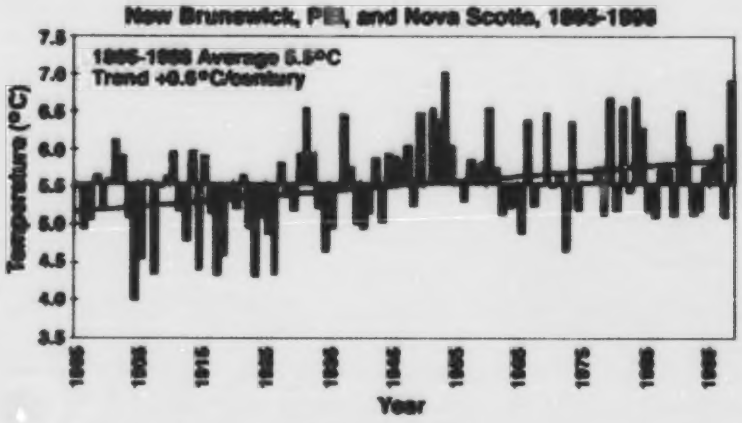

Figure 3-5 Average Annual Temperatures in three Canadian Maritime Provinces.
Source: Sutherland and Lines, (Reference: 34).

Already, annual average temperatures in the Northeast are warmer 2°C (4°F) than they have been in the past, especially along the coast in New England (Reference: 22). Although much of the Atlantic region has experienced slight cooling (Reference: 14), a warming trend of 0.6°C has been observed in the provinces of New Brunswick, Prince Edward Island

and Nova Scotia in the past century (Reference: 34). The increase in minimum temperature was double that of maximum temperatures, and was strongest in winter months, consistent with IPCC projections.

3.3.2 Precipitation

The IPCC Third Assessment Report also projects increasing precipitation over northern mid-to-high latitudes. Variability in precipitation is projected to rise, meaning that there could be more extremes in the amounts of precipitation (Reference: 22). For example, a given area could experience drought some years and heavy rain other years, and maintain the same average precipitation amounts.

The two simulation models for the NAST-Northeast Region show overall precipitation changes of differing magnitudes compared to averages of the past century: either neutral or modest increases (Canadian model) or up to 25% increases (Hadley model) (see Figure 3-6).

Figure 3-6 NAST-Northeast Region Precipitation Change - 20th & 21st Centuries.
Observed precipitation changes during the last century are a patchwork of moderate increases and decreases. The Canadian model scenario for the next century indicates near neutral trends or modest increases, while the Hadley model projects increases of near 25% for the region. Source: National Assessment Synthesis Team (NAST), (Reference: 22).

3.3.3 Sea Level Rise

Global sea-level rise is caused principally by expansion of seawater as temperatures increase plus inputs from melting polar ice sheets and mountain glaciers. Sea level has already risen 0.5 metres over the past century (Reference: 26) and the IPCC Third Assessment Report projects global sea level rise of 0.09 to 0.88 metres in the next 100 years. (This projection is lower than that in the IPCC Second Assessment Report, because of improved modeling that reduces the projected contribution from glaciers and ice sheets).

The vulnerability of an area of coastline to physical disruption from sea-level rise is dependent on the shoreline elevation, how easily the shore erodes and the strength of wave action. These risk factors suggest that large areas of the Northeast Region's shorelines are somewhat to very vulnerable to the effects of sea-level rise, especially coastal wetlands, salt marshes and inter-tidal mudflats, sandy shorelines and low and barrier islands (References: 26, 35).

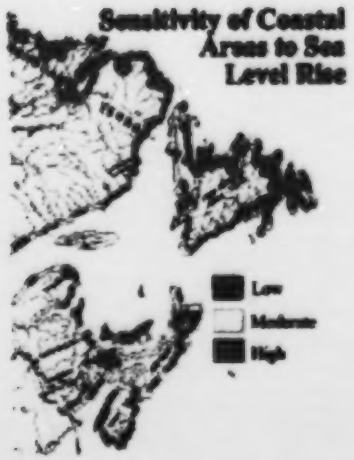

Figure 3-7. Atlantic Canadian coastal areas sensitive to sea level rise.
The three main regions of high sensitivity include coastlines that have low relief, or low resistance to erosion; are exposed to high tidal ranges or high wave energy levels; or are areas presently experiencing rapid relative sea level rise due to crustal movements. In the Maritimes, rising water levels could impact a wide range of human structures and activities. Flooding and dyke breaching in the Bay of Fundy is a particular concern. Source: Natural Resources Canada, from J. Shaw, 1998 (Reference: 26).

Atlantic Canada has the greatest length of sensitive coastline in Canada (Figure 3- 7) (Reference: 26). Its vulnerability to sea level rise is augmented in the Atlantic Provinces by land subsidence, a phenomenon which is occurring at a rate of 0.3m per century as the area adjusts to removal of the weight of glaciers during the last ice age (Reference: 26). The vulnerability of much of the New England coastline is relatively low, due to the steep rocky coastal slope and naturally large tidal range (Reference: 35). However, the high population density in southern New England States, with the associated investments in homes and infrastructure, increases the relative risks of sea level rise in this part of the Region (see Figure 3-8).

Figure 3-8: Map of the Coastal Vulnerability Index (CVI) for the U.S. Atlantic coast.
The CVI shows the relative vulnerability of the coast to changes due to future rise in sea-level. Areas along the coast are assigned a ranking from low to high risk, based on the analysis of physical variables that contribute to coastal change. The CVI is derived from that of Shaw, and is comparable to the sensitivities shown in Figure 3-9. Source: Theiler and Hammer-Klose, (Reference: 35).

3.3.4 Storms

Weather extremes are characteristic of the Northeast Region and can have disastrous effects. For example, each year the Province of Québec anticipates at least one major flood, one period of drought, one heat wave, many winter storms, over 100 severe summer storms, and at least one cold wave (Reference: 13). Most of these have associated impacts on ecosystems, infrastructure and economic activities.

The Northeast Region has experienced several extreme weather events over the past five years that resulted in:

- drought conditions in 1995;
- an 460mm (18") rainfall in Portland Maine in 1996;
- disastrous flooding of the Saguenay river in Québec in 1996;
- a crippling ice-storm in southern Québec and northern New England in1998 ; and
- extensive storm surges along the Northumberland Strait shores in January and October of 2000.

The National Assessment Synthesis Report states for the Northeast that climate change is likely to decrease the number of some types of weather extremes, while increasing others. Over the coming century, winter snowfall and periods of extreme cold are projected to decrease. In contrast, heavy precipitation events have been increasing and warming would continue this trend (Reference: 22). Heat waves and associated drought conditions may be both very much more frequent and more intense in the summer months (References: 22, 13).

Potential changes in the intensity and frequency of hurricanes is a concern, but remain an area of uncertainty (Reference: 22). A shift in the timing of seasonal events presents potential problems for the Northeast Region.

Winter Storms

Historical observations over the past century show an increase in winter storms in the Northern Hemisphere that parallels rising global temperatures (Reference: 16). The relationship could reflect increasing intensity of dissipation of accumulated atmospheric energy, powered by convection currents between warmer equatorial and colder northern areas. However, uncertainty remains as to the causal link between these observations.

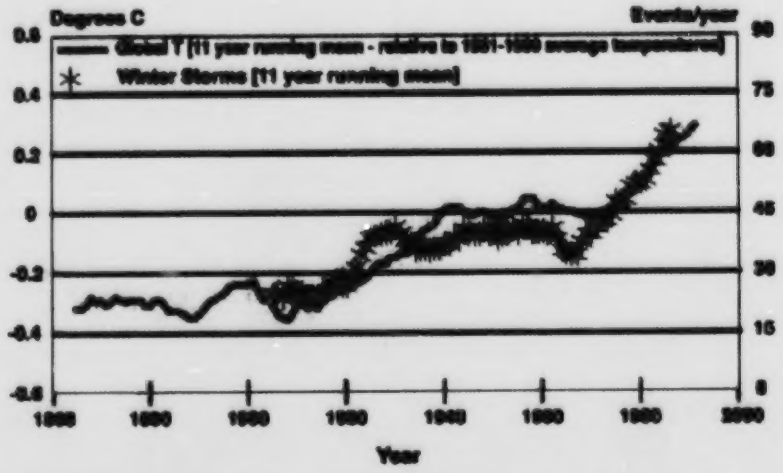

Figure 3-9: Global temperature and intense winter storm frequency over the past century. Intense extratropical Northern Hemisphere winter cyclone events: 1899- 1991. Source: Environment Canada, with data from S.J. Lambert (Reference: 10).

Modeling by the Canadian Climate Centre for Modeling and Analysis projects a global shift in the intensity of winter storms in the Northern Hemisphere, with an increase in the number of moderate and intense extra-tropical winter storms, and a decrease in the number of mild storms (Reference: 10).

Storm Surges

Storm surges occur when the effects of storm winds are added to already high tides. The resulting waves can flood over sea walls, damage buildings and coastal infrastructure. In January 2000, storm surges from hurricane-force winds combined with sea ice destroyed wharves and coastal homes in New Brunswick, and powerful waves damaged homes in southwest Newfoundland (Reference: 4). Sea-level rise augments the risks and impacts of storm surges.

3.3.5 Reductions in Sea Ice

Sea ice is projected by the IPCC to decrease in winter thickness by one-third in the high latitudes and to be completely lost in areas such as the Gulf of St. Lawrence and Northumberland Strait, potentially affecting Québec, Prince Edward Island, New Brunswick and Nova Scotia (Reference: 18).

3.4 Potential Climate Change Impacts

The ecology and economy of the Northeast are not homogeneous, so the potential impacts of climate change could differ across the Northeast Region. The level of risk from any impact is entirely dependent on the resilience, sensitivities and vulnerabilities of an area's ecology (Reference: 19) and the interactions between physical systems and socioeconomic factors such as population density and the investment in homes and infrastructure. As a result, the potential impacts and responses associated with climate change vary across the region.

3.4.1 Coastal Erosion

Sea-level rise and storm surges would lead to increased erosion in some coastal areas of the Northeast Region. The coast of the Province of Prince Edward Island, with bedrock cliffs, sandy barriers and coastal dunes, is especially vulnerable to erosion (Reference: 14).

Barrier islands are also vulnerable to increased erosion with sea level rise. The largest barrier islands in the Northeast Region are along the Northumberland Strait coast of New Brunswick and in Massachusetts (Reference: 18). Natural erosion of barrier islands causes an "overwash", in which material eroded on the seaward side is re-deposited on the lee of the island, effectively migrating the island landward (Reference: 45). In New Brunswick, erosion threatens recreational areas and sensitive ecosystems of the lagoons and protected shores.

3.4.2 Reductions in Sea Ice

Most coastal erosion occurs in the winter, when the strongest storms across the region result in higher energy wave action. When sea ice is present, the coastline is protected from the erosion effects of these storms, because the ice dampens the waves. Reductions of sea ice in mid-to high-latitude areas of the Region further adds to the vulnerability to erosion of shores in Prince Edward Island and along the St. Lawrence River in Québec (Reference: 14).

Reductions in sea ice could benefit some human activities. In Atlantic Canada, marine transportation and the offshore oil and gas industry would benefit from longer periods of ice-free days (Reference: 14).

3.4.3 Coastal Wetlands and Estuaries

Coastal wetlands and estuaries provide habitat, nursery areas and nourishment for wildlife and fish and help to purify surface runoff. In the Northeast, wetlands are already being lost at a rate of 7% per year. With sea level rise, the rate of loss could increase. Wetlands naturally shift inland if sea levels rise, but some cannot migrate due to barriers such as a higher inshore elevation or development. The areas most vulnerable to wetland loss from sea-level rise are the salt marshes along the coast of the Bay of Fundy (Reference: 18).

Salinity could increase as a result of sea level rise or decreased freshwater runoff. Increased salinity and temperature in estuaries and wetlands have significant effects on the health of aquatic organisms, and are very likely to compound the effects of stresses these systems already experience in the Northeast Region from air and water pollution and urban runoff (Reference: 22). These changes could also impact coastal fisheries (see Section 3.4.7).

Migratory Birds

Changing temperatures may change the distributions of migratory birds. Marine birds will follow the availability of food species and so would be impacted by changes in distributions of coastal aquatic species and by changes in coastal wetlands and mudflats. Fluctuations in water levels in both freshwater and estuarine wetlands could alter the availability of seasonally critical habitat. Some coastal breeding areas, such as the Funk Islands off the east coast of Newfoundland, may be abandoned as a result of increased storms and wave action (Reference: 14).

3.4.4 Impacts of Sea Level Rise on Infrastructure

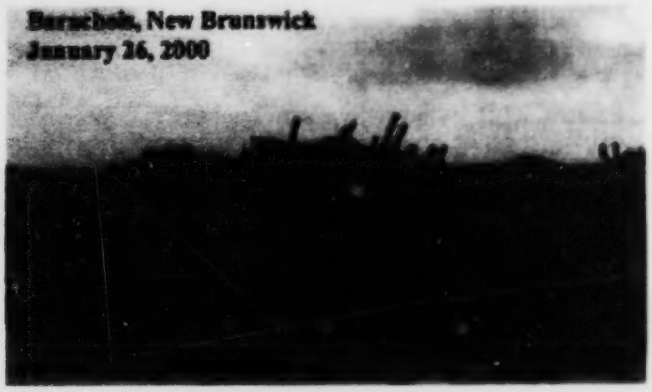

Figure 3-10: Storm surge damage to the government wharf, Barachois New Brunswick, January 26, 2000. Fierce winds and the highest tides of the season combined to cause a surging wall of water that affected virtually the entire Northumberland Strait coastal area in the provinces of New Brunswick, Nova Scotia and Prince Edward Island. The wave action and sea ice collapsed wharves, flooded homes and businesses, and moved cottages. The storm also brought the largest wave to strike Newfoundland since the 1929, a freak rogue wave that was 15 to 18 metres high and moved at a speed of 90 to 110 km/h. The storm caused several millions of dollars in damages. Source, Environment Canada (Reference: 4).

The coastal erosion and potential for flooding and storm surge damage associated with sea level rise adds to the risks posed to infrastructures such as highways, sewage treatment plants, power generating plants, recreational developments and homes. Throughout the Northeast Region, the developed metropolitan areas are most vulnerable because of the associated property costs and potential losses (Reference: 22).

In urban areas, sea level rise could affect ports and impact population density and coastal land use patterns. Many cities in the Northeast region have similar historic areas, as well as vulnerable infrastructure, which could be affected by sea level rise. For example, Prince Edward Island has a prosperous beach-focussed tourism industry, which could be threatened by sea level rise, as could historic buildings and infrastructure of the capital city Charlottetown, which are built directly on the shoreline.

Even in non-urban areas, essential infrastructure such as bridges, highways, tunnels and wharves are at risk. Where barrier islands are developed for homes or recreation, as in some New England States, the natural overwash process is disrupted and can result in both erosion on the seaward side and flooding on the lee of the islands (Reference: 45). Although some engineered protection is possible, such as seawalls or increasing island elevations, property losses could be significant.

3.4.5 Extreme Weather Events

Increases in storm intensity increases the risks of flooding, storm surges, erosion and property damage for the coastal cities and port infrastructure of the Northeast region.

Heat Waves

Summer heat waves are a feature of climate in the Northeast Region. Heat waves directly impact human health, agriculture, forestry, recreation, water supply and energy use (References: 13, 22).

Winter Storms

Winter storms are projected to increase in intensity across the Northern Hemisphere. Coupled with projected increases in minimum temperatures in the Northeast Region, this could bring an increasing incidence of precipitation storms while the temperature fluctuates around the freezing point, creating ice storms, flooding from rain over frozen ground, or early thaws which can cause ice jams (see Section 3.4.5) (References: 13, 14, 22).

The January 1998 ice storm was the largest natural disaster ever recorded in Canada, affecting Ontario, Québec, New Brunswick and Nova Scotia and extending into three New England states. The amount of precipitation was double the normal amount and continued about twice as long as average: in Montréal Québec, the equivalent of over 100mm of precipitation fell during a total of more than 80 hours over a period of five days.

The storm far exceeded the projections of emergency planning organizations. Four million people in Canada were without power, 700,000 into the 3rd week after the storm. There were 25 deaths, mostly from hypothermia. Property losses in Ontario and Québec alone were estimated at one billion $CDN. Major rebuilding of the electrical grid in southern Ontario and Quebec was required.

Farmers across the storm area lost livestock and stored crops due to power outages, while the ice damaged forests and sugar maple stands (Quebec produces 70% of the world's supply). These farmers will continue to suffer the impacts of that single storm for years to come. (Reference: 21).

Ice storms occur when temperatures vacillate around the freezing point during a winter storm. This is not uncommon in the southern parts of the Northeastern Region. Temperature projections for the Northeast Region suggest milder winters, which could increase the frequency of ice storms and related damages such as power outages, property and ecosystem damage.

3.4.6 Freshwater Resources and Wetlands

Increased variation in precipitation and temperature regimes, either in seasonal timing or within a season, could impact river flow rates, seasonal runoff and the function of wetlands. Changes in the normal characteristics of flow rates and wetlands could have large impacts on human use and ecosystems. In rural areas of the Northeast Region, large portions of the population rely on groundwater for their domestic needs (Reference: 14). Modeling suggests that most rivers in Québec would have overall increases in flow ranging from 5-20%. (Reference: 13). Changes in runoff and flow can also pose threats to infrastructure, which are built to sustain historic levels of flow (Reference: 14).

Seasonal Increases in Runoff

Increased winter snows could affect either winter or spring runoff, or both, depending on temperatures. The result could be beneficial or disastrous (Reference: 14). Snowmelt or rain when the ground is still frozen results in rapid runoff, instead of water being captured in soil and aquifers, which could result in water supply problems later in the year (Reference: 22).

Ice jams may become more common with early spring increases in runoff. Ice jams cause damage to sewer lines, roads, hydroelectric installations, property and interfere with navigation and hydroelectric generation. (Reference: 18). Across Canada, ice jams cost the economy about $60 million (Canadian) each year (Reference: 14).

Decreases in Flow

Impacts may not be consistent across the Northeast Region. Although Québec is projected to have increased river flow, the St. Lawrence River, which drains central Canada and Ontario as well as Québec, is projected to have reductions of as much as 34%. In 2000, the St Lawrence River and the Great Lakes that feed it were at historically low water levels (Reference: 18). Reductions in flow may pose serious threats to drinking water supplies and hydroelectric generating capacity and create higher demands for agricultural irrigation and water for waste treatment processes. Low water levels also affect habitat, recreation and navigation.

Wetlands

Wetlands function as precipitation buffers, absorbing runoff and storing water for slow release in times of low precipitation. Changes that increase the variability in the water levels of wetlands will affect their functioning-including physical services like flood protection, and biological processes like carbon storage, water cleansing, and waterfowl/wildlife habitat (Reference: 18)

3.4.7 Coastal Fisheries

Natural factors and human activity both affect fish populations, but it is difficult to estimate their relative impacts. The converging oceanic currents are instrumental in an historically productive offshore fishery in the Northeast Region. Climate change could eventually alter oceanic currents, which are key to oceanic water temperatures and nutrient flows. However, oceanic processes are complex, and there is a great deal of uncertainty in this area.

Near-shore, the overall biological productivity may be unchanged, or even enhanced by climate change, but local structure and function of ecosystems could be altered. Most aquatic species can adapt to changes in nutrient flows and ocean circulation by altering their distribution, spawning areas and migration patterns. Water temperature has a strong effect on growth rates of species and recruitment success, which could be a positive impact of climate change. However, warmer water temperatures could stimulate the migration of commercial species, such as lobster, which require cool temperatures, into new areas. Reductions in sea ice could have negative effects on some coastal species (Reference: 14, 20). Warmer water temperatures could also bring new predators and disease organisms into the Northeast Region.

Fishers have some flexibility to move to new fishing areas, but changing fishing effort to a new species can require major investments in equipment. Similarly, the on-shore processing and manufacturing may be negatively affected by changes in fish populations. The collapse of groundfish populations during the 1990s has demonstrated the socioeconomic impacts of the fisheries in the Northeast Region.

3.4.8 Permafrost and Tundra and Taiga Ecosystems

Permafrost is the year-round presence of ice in the soil and is a feature of sub-arctic and arctic areas of the Northeast Region. It ranges from isolated patches to continuous permafrost of up to 20% ice content in the higher latitudes of Québec and Labrador (see Figure 3-11). The projected northward shift of climate zones includes movement of the southern permafrost boundary by as much as 500km by mid-century. Global projections are for loss of one to two-thirds of the world's tundra and taiga ecosystems (Reference: 18).

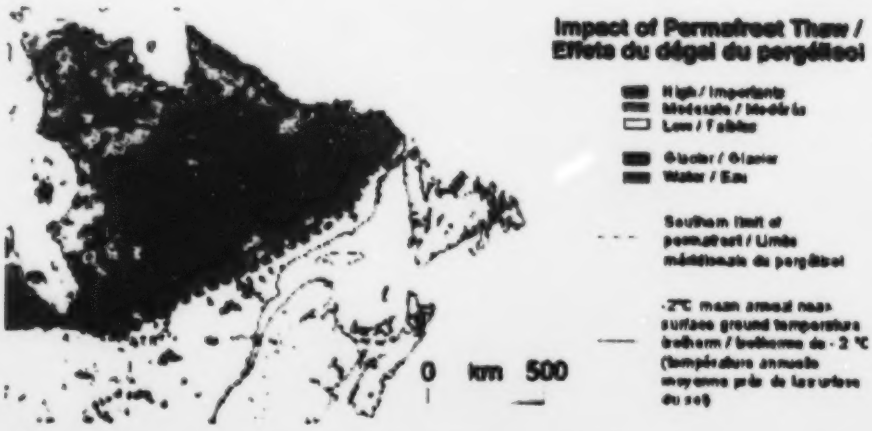

Figure 3-11: Impacts of permafrost thaw in the Northeast Region.
The impacts of permafrost thaw will be highest in regions of ice-rich permafrost, which include areas underlain by organic and fine-grained soils. As shown in Map 2, the impact of permafrost thaw may be moderate to high over a large portion of the region containing warmer permafrost (area south of the -2°C isotherm). Source Natural Resources Canada, from S. Smith (Reference: 27).

Physical Impacts

The melting of widespread permafrost over large areas of Québec and Labrador would have profound effects within the altered areas. Physical effects include slumping of the ground and sediment loading in rivers and lakes. The hydrology could be dramatically altered. The drainage of lakes and ponds could shift, because a deeper active layer of permafrost would allow more water to seep into and be stored in the soil. The vast northern peatlands, many of which rest on continuous or discontinuous permafrost, could become sources of methane, rather than sinks for atmospheric carbon. The integrity of foundations (pipelines, bridges, and buildings), hydroelectric developments, water-control structures, ice-roads, and mine tailings would be undermined (References: 13, 18, 27).

Biological Impacts

Ecosystem structure and functioning would be disrupted, with subsequent impacts on wildlife and on infrastructure. Losses of tundra in Québec and Labrador means breeding and forage habitats of mammals, from moose to lemmings, and hosts of migratory birds will be greatly disrupted or completely disappear. The subsistence lifestyle of northern native peoples, such as the Innu, Cree and Naskapi, is dependent on wildlife and would be severely compromised (Reference: 6, 18).

3.4.9 Forests

The Northeast Region forests cover 1.3-million km² (Reference: 33, 41) in configurations from vast tracts to small farm woodlots. These forests are part of the identity of the Northeast and have a key role, providing distinctive ecology and resources for important economic activities such as forestry for pulp and paper and bio-fuels, tourism activities like hiking, skiing and autumn colour visits and maple sugar production. The vitality of a forest depends on climate, soils and fires. Forests are resilient to perturbation, but are limited in their ability to respond when faced with large or rapid changes. The plants and soils of forests provide a major carbon sink in the global carbon cycles.

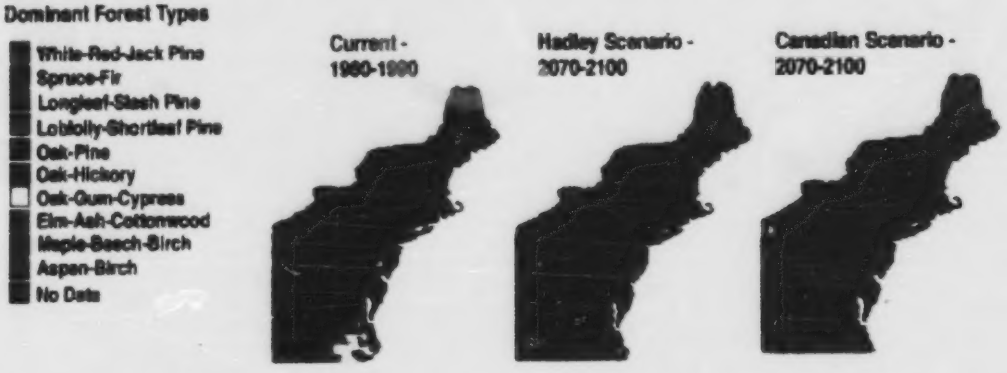

Figure 3-12. Dominant forest types in NAST-Northeast Region.
The maps show current and projected forest types for the Northeast, based on the DISTRIBmodel. Note that Maple-Beech-Birch, currently a dominant forest type in the region, is completely displaced by other forest types in both the Hadley and Canadian climate scenarios. Source: National Assessment Synthesis Team (NAST), (Reference: 22).

Migration of Tree Species

Possible changes in the Region's forest are associated with areas of uncertainty in the climate projections. The general expectation of changes in the temperature regime and for climate conditions to shift northward may initially appear positive for forests. A warmer climate and more carbon dioxide can influence tree growth rate and their ability to absorb soil nutrients (Reference: 6, 18). However, the actual migration of trees would likely be limited by the quality of the soils and by the speed at which climate changes occur.

Increased Stresses

If the rate of climate change is fast, tree species could be stressed and more vulnerable to disease and insect pests. Large areas of the Northeast Region's forests are already in a disturbed condition, because of development, forestry and acid rain. These stresses further reduce the ability of individual trees, forested areas and whole species to adapt to climate change (Reference: 6, 22).

Even if the Northeast Region's forests can adapt and migrate, trees species are likely to be susceptible to greater damage if there is a more variable climate and more extreme weather events, such as high winds, drought and ice damage. Late frosts or early, extended thaws could damage the hardwood species in southern areas. If there is a decrease in precipitation, longer forest-fire seasons and potentially more frequent and larger fires are likely. If warming occurs, insect pest and disease outbreaks may increase in length, severity and range (Reference: 6, 14, 22).

As a result of all of these stresses, the losses in forests may be greater than any improvement in growth rate resulting from higher CO_2 concentrations and warmer temperatures. The Northeast Region could experience extensive die-off of trees,

which could result in the release of a large quantity of greenhouse gases to the atmosphere (Reference: 18). These severe impacts are most likely in areas where tree species are at the limits of their normal geographic distribution.

Shifts of Animal Species

Forests are more than trees. Animals need to adapt to the effects of climate change even if the forest remains intact. Changes in winter precipitation can have significant consequences for population balances of species like deer and their predators. If forest habitat for wildlife is lost, however, regional bio-diversity will likely be reduced as well.

Impacts on Forestry

The forestry industry is a major economic activity in parts of the Northeast region. Improved forestry techniques and forest management, may help the industry adapt to climate changes. Reforestation with tree species more adaptable to climate change may help, and could preserve wildlife habitat as well. Increased monitoring of forest health could provide early warnings of changes (Reference: 14). Market forces have a powerful influence on forestry. Changes in the markets and consumption of wood products may occur and are difficult to predict. Land use could shift between agriculture and forestry, depending on the economic value in these sectors as climate changes (Reference: 22).

3.4.10 Agriculture

Day-to-day variations in weather have a large impact on agriculture, where production is often achieved in months. Climate change projections of a warming trend, with higher atmospheric carbon dioxide and a longer growing season could result in benefits for agricultural activities, but only if soil nutrients and moisture are available to support greater plant growth rates (Reference: 22).

The interactions of temperature and levels of precipitation can be critical:
- excess moisture can lead to more disease, especially if coupled with cooler temperatures
- low moisture and higher temperatures would require more irrigation and could eventually increase the salinity of soils.

If the timing of seasons varies, such as unusually late springs, early frosts or unfavourable over-wintering conditions, planting and harvesting can be critically impacted. Within the seasonal variation, unusually severe storms increase the stresses on agricultural plants and animals, leaving them more susceptible to pests, In turn, pest populations may increase or be augmented by the migration of new pests and diseases from other areas.

Farmers can limit their vulnerability somewhat by choosing different species and varieties of livestock and crops. Better soil management, irrigation and drainage practices could also be adopted to improve operational efficiency (References: 6, 22).

3.4.11 Recreation and Tourism

Recreation and tourism are among the most important industries in the Northeast Region and the natural resources they rely on are an important part of the quality of life for residents. Longer and warmer summers could make lakes, rivers and beaches more desirable, but coastal erosion from sea level rise and winter storms could reduce opportunities for beach recreation. Larger populations of insects such as mosquitoes are connected to higher precipitation and temperature. Warmer temperatures will also dampen the colours for autumn leaf viewing. Reduced precipitation and milder temperatures in the winter would have negative impact on winter recreation and tourism, by reducing snow cover and increasing costs, especially in the more southern parts of the Northeast Region. Changes in the forests will also impact tourism and winter recreation activities, all large contributors to the Northeast regional economy (Reference: 6, 22).

3.4.12 Human Health and Social Impacts

Climate changes could exacerbate existing health impacts if there are higher frequencies and intensity of stressing conditions. Increased frequency of summer heat waves could have a number of negative impacts on human health, such as heat stress and increased air pollution and ground level ozone in urban areas, due to higher energy use for air conditioning. Circulating pollens and other allergens, and more pollutants from higher energy use could reduce air quality, especially in urban areas. This would aggravate respiratory diseases, distress, asthma and allergy attacks (Reference: 6, 22).

Milder winters could contribute to increases in insect disease hosts and vectors and migration of more southern vector-borne disease organisms (i.e. Lyme disease, West Nile virus and Malaria). However, the impact of vector-borne diseases is strongly influenced by the state of public health systems.

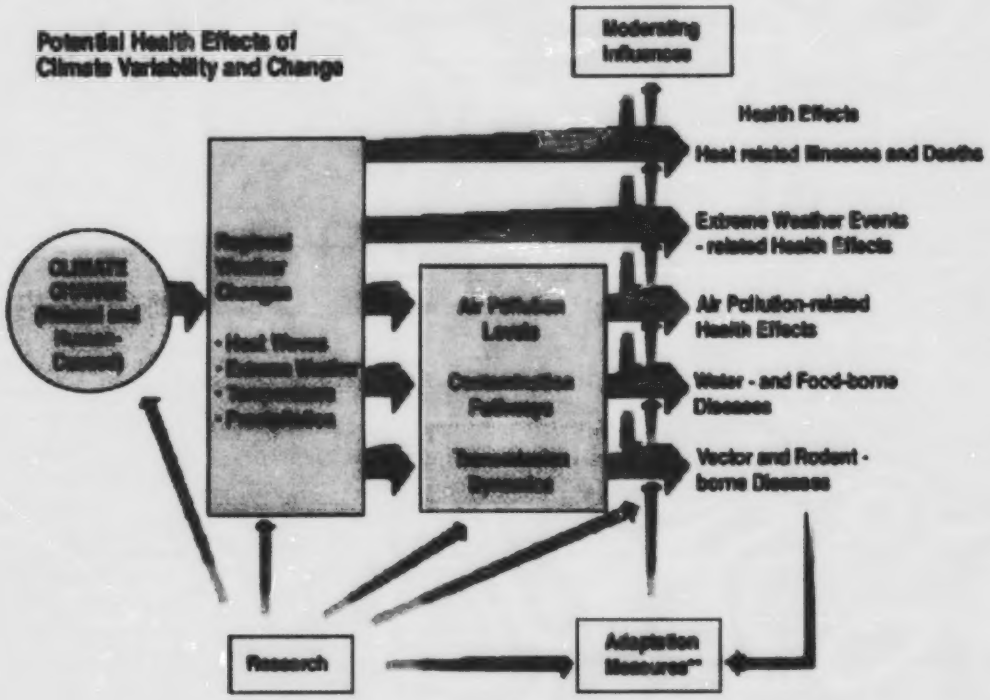

Figure 3-13: Potential Health Effects of Climate Variability and Change.

*Moderating influences include non-climate factors that affect climate-related health outcomes, such as population growth and demographic change, standards of living, access to health care, improvements in health care, and public health infrastructure.

**Adaptation measures include actions to reduce risks of adverse health outcomes, such as vaccination programs, disease surveillance, monitoring, use of protective technologies, such as air conditioning, pesticides, water filtration/ treatment, use of climate forecasts and development of weather warning systems, emergency management and disaster pre-paredness programs, and public education. Source: National Assessment Synthesis Team (NAST), (Reference: 22).

3.4.13 Institutional Responsiveness

The impacts of extreme weather events, pests or disease outbreaks will depend on the capacity of public health infrastructure to respond. Many urban areas in the Northeast are already stressed because the water supply, energy delivery and waste management infrastructures are aging or insufficient (Reference: 22). Milder winters may decrease some stresses, but more frequent ice storms or heat waves could increase impacts on these systems.

Increases in frequency and severity of storms would also put greater demands on social response systems that are required to deal with impacts such as flooding and evacuations (Reference: 6). As a result secondary impacts, such as lowered water quality and power-outages, could be more frequent and last longer. Indirect health impacts on all segments of society include general stress levels from uncertainty, social disruption, property losses and the costs of recuperation.

In addition, how institutions in the community respond to one another could be critical. The National Assessment identifies a complex framework of formal and informal governing bodies, as occurs in the NAST-Northeast Region, as potentially limiting to the region's ability to deal with extremes. Planning and management strategies, i.e. for watersheds, are currently being developed at many different levels. They suggest that institutions need to identify and prioritize vulnerable facilities and populations that they serve and then, use targeting and flexibility of resources to adapt more effectively (Reference: 22).

3.4.14 Costs of Natural Disasters

The costs of losses due to natural disasters, including extreme weather, are increasing around the world (Reference: 5). Weather-related disasters such as hurricanes and floods result in:

- damages to buildings and property
- damage to transportation, water and electrical infrastructures
- human hardship, injury, illness and death
- loss of crops and livestock, and
- damage to natural resources

The cascading impacts from an event multiply costs. For example, flooding impedes transportation, causing delays in road, air and rail travel, which results in business and productivity losses. Water supplies can become contaminated, presenting health risks, which result in increased costs to the health care system.

Direct costs can be defined in monetary terms and include costs of repairs, emergency services, and material losses such as building damages or livestock losses. The indirect costs include lost income and employment due to business disruptions and increases in insurance premiums. However, emergency response and storm damage repair can result in temporary income and employment gains from storm damage repair (Reference: 6, 22).

Figure 3-14: Costs of worldwide extreme weather events, 1965-1994.
There have been dramatic increases in global economic losses from weather-related natural catastrophes. This trend is significantly influenced by socioeconomic trends, such as increased concentrations of populations and the value of their property, especially in coastal areas. However, experts suggest that such demographic factors are unlikely to fully expiain the observed trends. Source Environment Canada, from Munich RE Annual Reports on Natural Disasters (Reference: 5).

The U.S. Geological Survey (Reference: 42) has stated that:

> *"...the coastal margin of the U.S. is among the most densely populated, developed, property valued, tax generating, income generating, and recreational valued region of the U.S.."*

These superlatives also mean the potential costs of extreme weather damage are high. If the number of extreme weather events increases, people can anticipate higher insurance costs overall and especially for owners of coastal properties.

4. Northeast Region Emissions Inventory

The key element in global climate change strategy is reducing greenhouse gas emissions, also referred to as climate change mitigation. The first step to reduce greenhouse gas emissions is an inventory of the sources and amounts of greenhouse gas emissions. From there, key emissions sources can be identified and an action plan developed. A regional approach is also useful because there are synergies in both the production of emissions and the opportunities for reductions.

Global greenhouse gas emissions for 1990, the baseline for emission reductions under the UNFCCC, are shown in Table 1 (Reference: 15). Estimates of greenhouse gas emissions are usually presented in units of carbon dioxide equivalents (CO_2 Eq), which weights each gas by its relative contribution to global warming (Reference: 3).

Global Emissions of Primary Greenhouse Gases
Sum of CO_2, CH4 and N_2O in 1990

	Greenhouse Gas Mt CO_2 eq	t per Capita	Population Millions
Global Total	33 144	6.3	5 292
	Percentage		
Oceania*	1.4%	20	23
Canada	1.8%	22	27
Middle East	3.5%	5.6	206
Japan	3.8%	10	124
Eastern Europe	4.0%	11	124
Eastern Asia	4.1%	3.7	370
Africa	6.6%	3.4	643
India**	6.8%	1.9	1 158
Latin America	8.6%	6.5	441
China +	12.6%	3.3	1 263
Western Europe	12.9%	11	375
Former Soviet Union	14.2%	16	289
United States	18.8%	25	250

Global Emissions of Primary Greenhouse Gases

* Oceania: American Samoa, Australia, Cook Islands, Fiji, French Polynesia, Guam, Kiribati, Marshall Islands, Micronesia, Nauru, New Caledonia, New Zealand, Niue, Northern Mariana Islands, Palau, Solomon Islands, Tonga, Vanuatu and Western Samoa
** India: Bangladesh, Bhutan, India, Maldives, Myanmar (former Burma), Nepal, Pakistan and Sri Lanka
+ China: Cambodia, China, Hong Kong, Korea, Lao Peoples Democratic Republic, Macau, Mongolia, Taiwan and Vietnam
Reference: EDGAR V2.0; Olivier et al. (1996).

4.1 Energy-related Sources of Emissions

Across the Northeast, 85% of greenhouse gas emissions are related to energy use, coming from the burning of fossil fuels for transportation, electricity and heat. In the Northeast Region, greenhouse gas emissions have risen since the year 1994, as shown in Figure 4-1. Sources of data, EPA and Environment Canada. The emissions inventory for the Northeast Region is presented here to assist in identifying possible synergies for emissions reduction. As a result, it is a profile of relative contributions for the entire region, rather than a comparison among jurisdictions.

New England accounts for almost 60% of the Northeast Region's population, so it is not surprising that total New England emissions are higher than those of the combined Canadian jurisdictions.

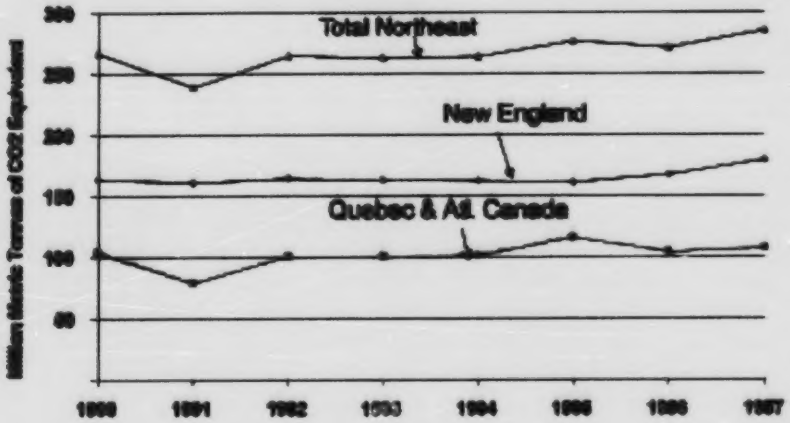

Figure 4-1. Northeast Region Energy-related Greenhouse Gas Emissions, 1990-1997.

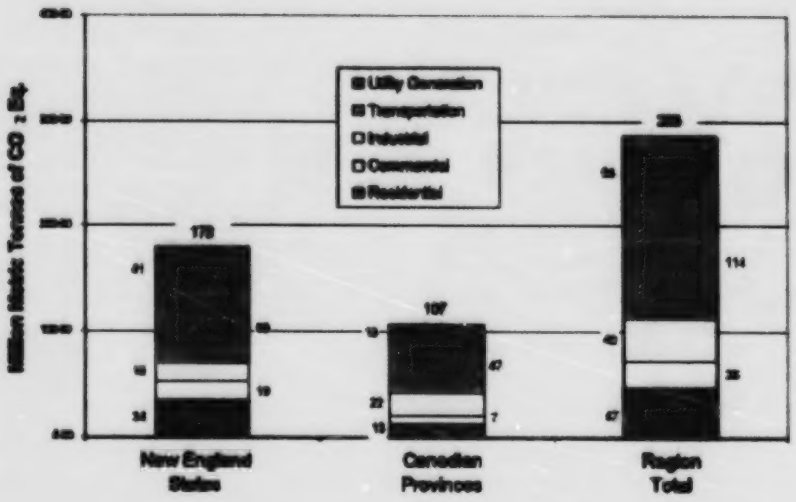

Figure 4-2: Energy-related Greenhouse Gas Emissions for the Northeast Region by Sector, 1997.
Sources of data, EPA and Environment Canada.

4.1.1 Transportation

The major source of emissions is transportation, which is more than double the next largest emissions sector, utility generation. The large contribution from the transportation sector in all jurisdictions reflects both the importance of transportation to the Northeast Region and the fact that the sector is heavily reliant on fossil fuels. There is almost no use of alternative fuels. Since the transportation systems of each jurisdiction are linked, this sector is a logical starting point for a regionally coordinated effort to reduce emissions.

4.1.2 Utility Generation

Significant hydroelectric resources have been developed in the Northeast Region, which lowers the overall emissions from electrical generation. Both Québec and Newfoundland have large hydroelectric generation projects that provide electricity to their own provinces and to New England States. The effect of fuel source on utility generation emissions shows clearly in comparing these province's profiles to those of Nova Scotia and New Brunswick, which also export electricity, with a large portion of that generation fueled by fossil fuels. On the receiving end of the transmission lines, most New England states purchase at least some Canadian generated power, which reduces their individual utility emissions.

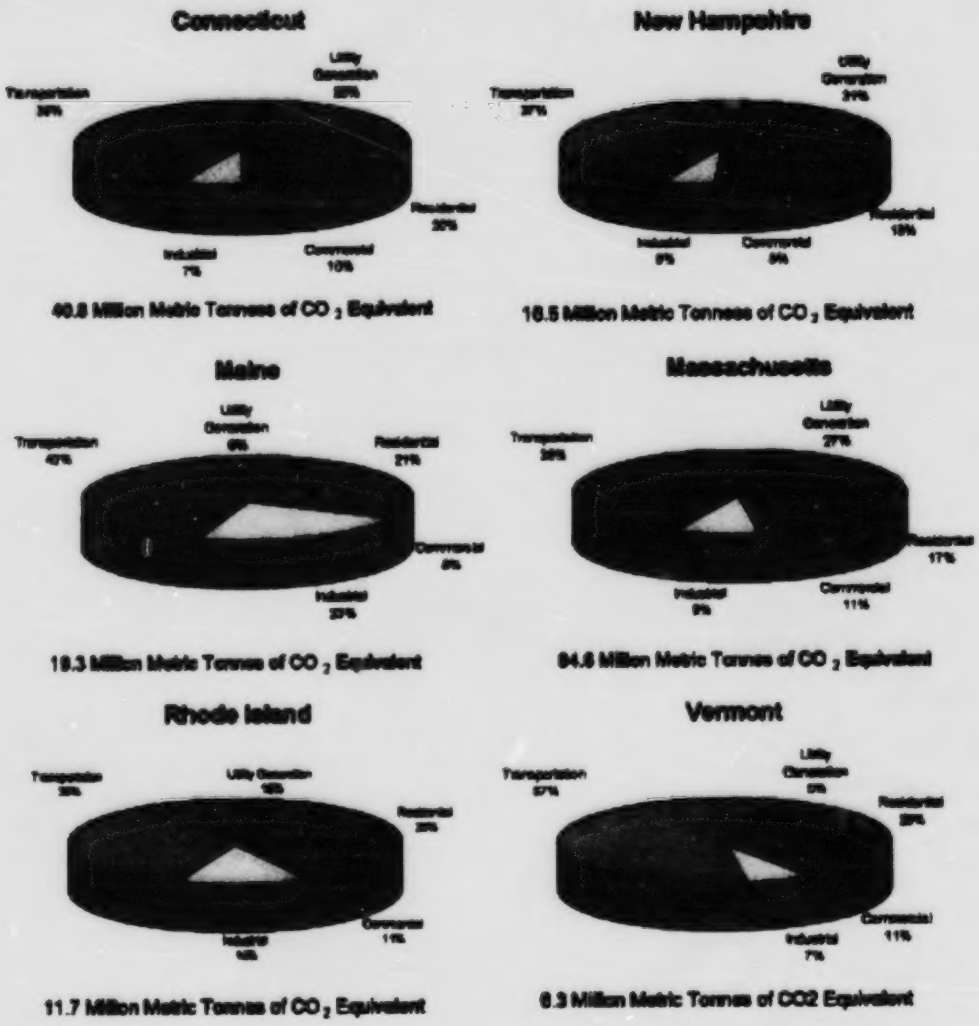

Figure 4-3 New England States Energy-related Greenhouse Gas Emissions by Sector, 1997
Sources of data, EPA and Environment Canada.

4.1.3 Commercial and Residential

About one fifth of secondary energy consumption comes from heating, cooling, lighting and operating dwellings. Space heating accounts for more than half of residential energy use, followed by water heating and appliances. Lighting and space cooling account for much smaller amounts. Another 10% is consumed in the commercial sector, in building types ranging from churches to office towers, to recreation complexes. Space and water heating account for the largest proportions of energy consumption, along with lighting and office equipment (Reference: 24).

Commercial and residential sector emissions are about equal across the Northeast Region, and close to the Northeast Regional total for utilities. However, Canadian commercial emissions are proportionately higher than those of the New England states, while the opposite is true for emissions from the residential sector.

4.1.4 Industrial

The industrial sector includes manufacturing, mining and forestry activities. Energy is used for the process-specific technologies, steam generation, pumping and compression. Industrial buildings also use energy for lighting, heating, ventilation and air conditioning (Reference: 24).

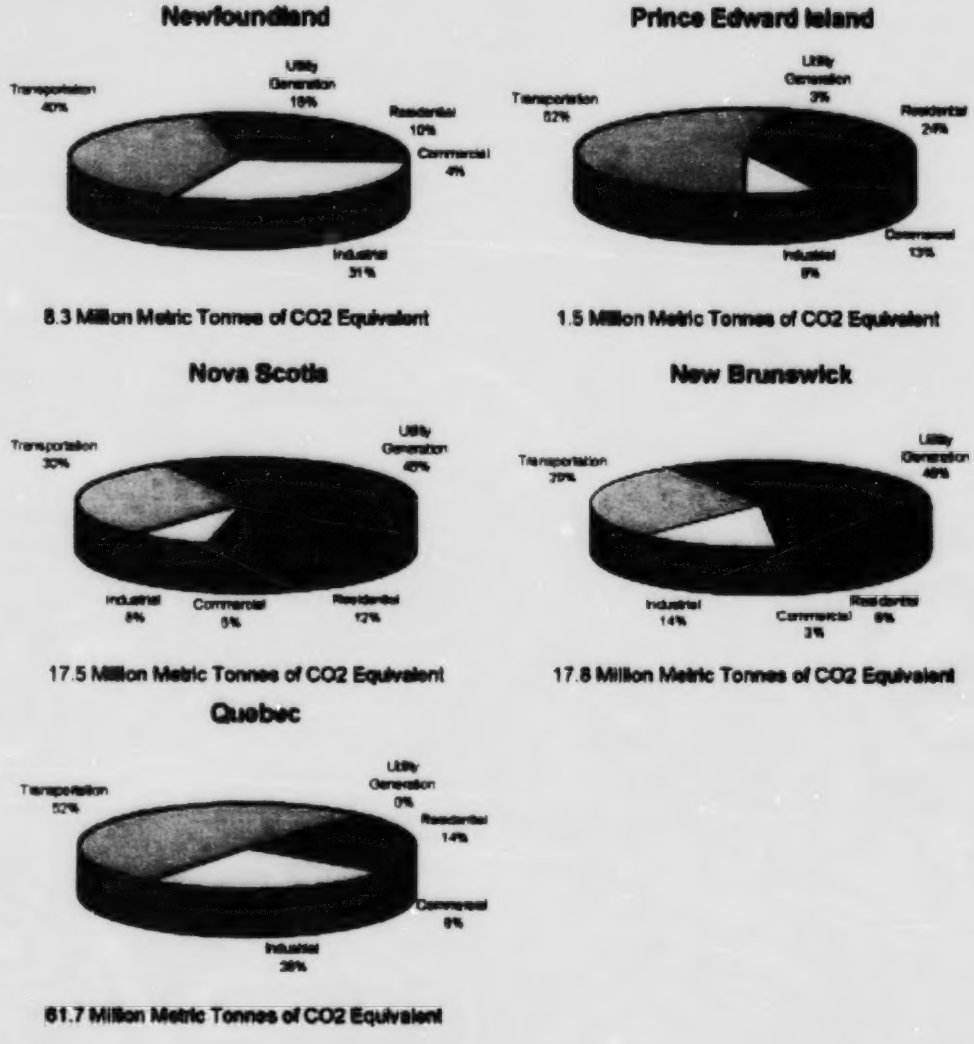

Figure 4-4: Canadian Provinces Energy-Related Greenhouse Gas Emissions by Sector, 1997
Sources of data, EPA and Environment Canada.

4.2 Non-Energy Related Emissions

While energy use is the major source of greenhouse gas emissions, there are substantial emissions from human activities that are not related to energy, in particular emissions of nitrous oxides and methane (References: 3, 15). Nitrous oxide emitted from fertilizers and combustion of solid waste accounts for 30% of human-caused global emissions. Methane is emitted during the production and transport of coal, natural gas, and oil; and unmined coal is a major methane source in Nova Scotia (Reference: 9). Solid waste landfills, wastewater treatment and the raising of livestock also produce methane. Globally, these non-energy sources contribute about 10% of atmospheric methane from human activity.

Synthetic hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), and sulfur hexafluoride (SF6), are very powerful greenhouse gases. They are generated in a variety of industrial processes and used for refrigerants. Concentrations of these gases are projected to increase globally. And carbon dioxide from burning of solid waste and wood, from deforestation and land use, change accounts for about 2% of global anthropogenic CO_2.

5. Options for Action

The impacts of climate change are expected to continue over the coming century, requiring adaptation by people and ecosystems. Actions on climate change must be two-pronged: reducing greenhouse gas emissions (also called mitigation) and adapting to the impacts. Even with major global greenhouse gas emissions reductions, atmospheric carbon dioxide levels are expected to continue to rise for many decades, although natural carbon sinks may be able to slow the increase in atmospheric CO_2.

Provinces and states have both the incentive and the ability to provide leadership in reducing greenhouse gas emissions and adapting to change. The range of existing programs and policies across the Northeast is impressive, and growing. Many jurisdictions have developed, or are developing, climate change action plans, and where these were available, they have been included in this review of the existing policy and program options for action. There is also much that can be accomplished at the municipal level, where community values come into play and people can be encouraged to take action to improve their own quality of life, and outside of government through private initiatives. (References for this section: 11, 12, 20, 23, 32, 43)

There are many similarities in the impacts across the Region, which enhances the value of a co-operative approach to both emissions reductions and adaptation responses. The economic activities of the Northeast Region are sufficiently varied that various response strategies are possible in mitigating and adapting to climate change. This range of strategies is evident in the programs and policies already in place across the Region, which are discussed below, and in the Climate Change Action Plans of the various jurisdictions.

5.1 How much Emission Reduction?

Under the United Nations Framework Convention on Climate Change, both the United States and Canada have already committed to reducing their greenhouse gas emissions to 1990 levels between the years 2008 and 2012 (Reference: 24). The Kyoto Protocol, negotiated in December 1997, sets new targets for most industrialized nations that average an additional 5% below 1990 levels.

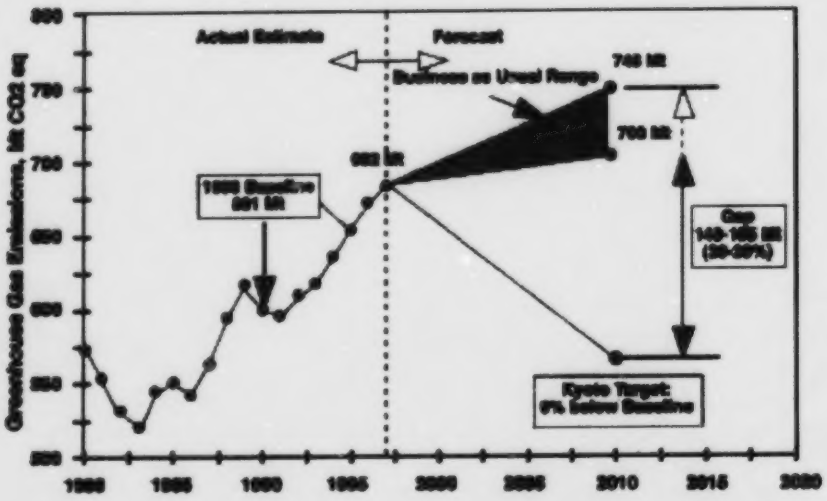

Figure 5-1: Canadian emissions trend and Kyoto Protocol target (Megatonnes of CO 2 equivalent).

By 1996, Canada's greenhouse gas emissions had increased to 12%above 1990 levels. Future projections suggest that, under various business-as-usual scenarios, emissions by 2010 continue to rise to 17-25% above 1990 levels. This suggests that the real gap between projected 2010 emissions and the Kyoto target is 20-25%. Even if fully implemented, the Kyoto Protocol will only slow, not stop climate from changing. Source Environment Canada, "About the Kyoto Protocol" (Reference: 7).

Figure 5-1 illustrates Canada's historical emissions, a "business-as-usual" projected emissions range and the Kyoto Protocol target of 6% below 1990 levels, by 2010 (Ref 7). To meet this target, by 2010 Canada would have to reduce emissions by 140-185MT (20-25%). Although the Kyoto Protocol it is not in force, it is useful to consider its objectives in considering goals for emissions reductions.

5.2 Common Objectives

A key objective is the identification of government and private sector policies and programs that provide greenhouse gas emissions reduction opportunities. At this early stage in strategy development, the largest or fastest growing emission sources are areas of focus.

It is valuable to harmonize greenhouse gas reduction goals with policy objectives that provide other benefits, such as health, economic and environmental. Some programs and policies are achieving greenhouse gas emission reductions even though that is not their primary focus. These are sometimes called "no regrets" policies because people are pleased to obtain benefits they perceive as valuable, even in the absence of climate change impacts. Those benefits are obtained in parallel with other, possibly less valued benefits that might be difficult to obtain if presented independently (Reference: 20)

For example, objectives to reduce fossil fuel air pollutants result in desirable reductions of sulphur dioxide, nitrous oxides and particulates, and also result in reductions in greenhouse gas emissions. The pollutant reductions provide recognizable local health benefits and improve the quality of life, while the climate change benefits are less tangible and may have been difficult to achieve if presented on their own. Similarly, co-operation between jurisdictions and across nations can promote

more efficient shared systems, such as rail and inter-modal freight transportation. Such systems reduce costs to business and industry, reduce pollutants such as acid rain and smog/ozone and reduce greenhouse gas emissions. Such actions also brings health benefits and safer roads.

A second objective of climate change actions is planning for adaptation to detrimental climate change impacts to the environment and resource-based industries. Priorities in this area become better defined as the types and scale of climate change impacts become more apparent. There is potential for harmonization of climate change mitigation and adaptation objectives with objectives for environmental protection, resource management and infrastructure planning and development.

5.3 Common Priorities

In reviewing published information about climate change actions underway in the Northeast Region, four priority action areas became apparent as common to all jurisdictions:

- enhancing awareness and understanding of climate change,
- technology research, development and innovation,
- opportunities for government leadership, and
- investing in climate change knowledge.

Economic goals are compatible with emissions reduction goals

In 1998,Canada 's greenhouse gas emissions were 13 percent above 1990 baseline levels. However, the growth in emissions is slowing. In the mid-1990s, greenhouse gas emissions were growing at about 3 percent per year. In 1997, the rate slowed to 1.8 percent and in 1998, the last year for which complete data are available, the rate was 1 percent. At the same time, Canada 's economy grew 4.4 percent in 1998.

During the 1990s, Canada made significant gains in energy efficiency in many sectors of the economy. Overall energy efficiency improved by 6.2 percent between 1990 and 1997. The result was an annual reduction of greenhouse gas emissions of 24 megatonnes from what would otherwise have been the case.

Many of these gains in energy efficiency are the result of investments made by Canadian businesses and industry in processes and technologies that reduce emissions while improving economic competitiveness. For example, Canada's pulp and paper industry reduced its emissions by 12 percent between 1990 and 1997, while increasing its production volume by 21 percent over the same period.

(Reference: 12)

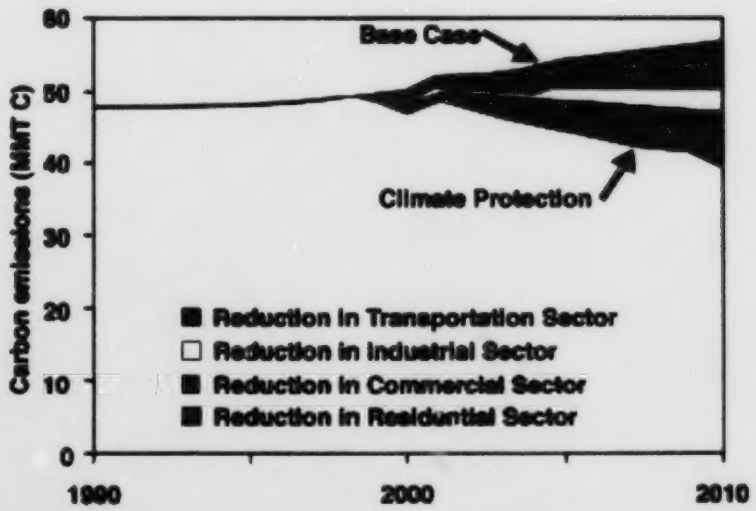

Figure 5-2: Potential for Future CO_2 Emissions Reductions
National policies and measures could reverse the upward trend in New England's carbon dioxide emissions. This figure shows the contributions to the overall emissions reductions from changes in energy consumption by each end-use sector, with reductions in carbon dioxide emissions produced in electricity generation allocated to these sectors in proportion to their electricity use. Source: Bernow et al, Tellus Institute (Reference: 1).

In this section, the existing policy and program actions of governments and the private sector were categorized under at least one of the four priority action areas.

5.3.1 Enhancing Awareness and Understanding

A major challenge in efforts to reduce greenhouse gases is to enhance public understanding of the causes of climate change, the gravity of the potential impacts and the opportunities for significant action that exist at all levels of society. Awareness and understanding increases people's commitment and improves the results obtained from actions they undertake.

In their action planning, the two federal governments and all of the Northeast Region jurisdictions have identified numerous awareness actions, either as a strategic area or within the different sectors of their climate change plans. Centers for outreach and education are being established, projects encouraged and voluntary actions recognized. Programs focus on climate change information, potential local impacts, and examples of best practices in areas like agriculture, forestry, energy efficiency and construction. People can also access information about energy sources, sustainable transportation options and controlling non-fuel emissions.

5.3.2 Technology and Innovation

Research, development and demonstration projects are prominent among the actions grouped in this priority area, with the objective of bringing today's best technologies into use quickly as well as nurturing ideas for new technologies. Planning of new research and efficient development of emerging technologies are being supported by increased collaboration and information exchange between governments, and with the public and private sectors. Networking also helps decision-makers stay up-to-date on innovations and facilitates development of new policies. Everyone recognizes the importance of maintaining economic vibrancy. A framework of regulations, standards and financial incentives is being developed to make it easier for businesses to adjust and advance, while remaining competitive.

This is the largest priority action area, in terms of the number of policies and programs already in place across the Northeast Region. Energy efficiency programs and partnerships are encouraging adoption of today's technology and stimulating new technologies for buildings, industrial operations and electrical generation. Other programs focus on options for transportation, renewable energy sources or reducing emissions from non-fuel sources.

Policy developments in standards and tax shifting can support businesses making commitments to developing and applying new approaches. In Canada, a "baseline protection initiative" is a strategy to ensure that eligible voluntary action to reduce emissions taken now will be credited under future programs. In their role as developers of policy, governments are negotiating international rules to minimize costs and reduce barriers to trade. The two Federal governments are taking action to position companies and help them to develop international business relationships, and so to access flexibility mechanisms of the Kyoto Protocol.

5.3.3 Government Leadership

It is the function of governments to develop and implement policies and strategies for the good of their constituents. They can also take a proactive role, by demonstrating effective action in their own operations and decision-making. Governments are also considering mechanisms to facilitate new policy development.

Most jurisdictions in the Northeast, and the Federal governments, are providing leadership by improving energy efficiency of their own buildings and vehicle fleets. Some extend this to procurement and support for similar actions in the public

sector, such as schools and other institutions. These actions are fiscally responsible as they reduce operating costs on a continuing basis.

Climate change expertise of government staff is being enhanced. Information and expertise is being shared more and more, both within and among governments, and through partnerships with the public and private sectors. Some governments are investing in catalyzing new approaches, such as full-cost accounting, and by encouraging market development for new products or services.

5.3.4 Investing in Knowledge/Building the Foundation

Improving knowledge is essential in a risk-management approach to climate change. What are the sensitivities? The time frame? What actions are most effective? More and better information reduces these uncertainties and is fundamental to development of options and for facilitating future decision-making.

Actions in this priority area range from completing jurisdictional greenhouse gas inventories to establishing monitoring networks to track changes in climate and ecosystems. Improved data acquisition helps to monitor progress, both here and internationally, and helps set directions for new policy. Projects on carbon sequestration, land-use and forestry inventories are already underway. Carbon dioxide capture and geological storage are being investigated to determine their potential for reducing net emissions. Augmenting the climate change research and modeling capacity, along with cost/benefit analyses, can help define directions for further research and adaptive actions.

5.4 Policy and Program Options

A full spectrum of policies and programs are being put in place across the Northeast Region, to begin to address greenhouse gas emissions reductions. In this document the existing actions are grouped as follows:

- cross-sectoral;
- energy use;
- energy sources and generation;
- transportation;
- agriculture and forestry; and
- non-fuel emissions.

5.4.1 Cross-Sectoral

Many of the policies and programs established in the Northeast Region focus on the four priority action areas and are effective for all sectors of the community. Cross-sectoral policies and programs encourage communication, coordination and partnerships between sectors and levels of government. Key actions in this sector include encouragement of voluntary action, strengthening of business opportunities, development of incentives and fundamental research.

5.4.2 Energy Use and Efficiency

Considerable efforts have been taken in the Northeast Region to increase the energy efficiency of commercial and residential buildings, including retrofitting and improved new construction standards. Actions in this sector include heightening awareness, efficiency and energy conservation programs, standards for equipment, appliances and buildings, demand-side management and energy auditing. Some programs recognize voluntary action in the private sector and there are incentives for industry to reduce energy use and emissions.

For residential buildings, "green" mortgages and efficiency assistance programs are helping lower-income households access the cost benefits of reduced energy use. Some programs promote "no regrets" actions that have immediately apparent direct benefits, such as energy efficient space and water heating and storm windows. At the level of governments, there are programs for energy performance contracting for retrofits and energy accounting, and to encourage municipal awareness of operational options with partnerships. Municipalities are in a strong position to pass information to citizens and local businesses, and actions taken by municipalities in all sectors carry collateral "quality of life benefits" for residents.

5.4.3 Energy Sources and Generation

Energy Sources

The emissions from refining and distribution of oil and gas (the "upstream" industry) can be expected to increase as new natural gas production comes on-line in the Northeast Region while end-use emissions wili decrease with the availability of natural gas to consumers. Alternate and renewable energy technologies can provide less polluting, more secure and more sustainable ways of producing and using energy. These sources are often locally available and include ground source heat pumps, wind power, solar power, and biomass.

Policies and programs in this sector include consumer information about energy sources and their impacts. Certification programs to improve the reliability of alternate source providers are also underway. Programs, demonstrations and incentives are in place to encourage business and industries to implement cost-effective alternate technologies; and there are funding and incentives for research and development of new technologies for alternative fuels.

Generation

The generation of power from fossil fuels is a major contributor of greenhouse gas, as well as other air and water pollutants,in the Northeast. Electrical generation capacity has helped to build a diversified industrial base in the Northeast and generation levels are expected to increase as the Northeast Regional economy continues to grow. For most jurisdictions, reducing generation emissions is a key strategy, including fuel switching and maximizing efficiencies by various means.

In some jurisdictions, electrical restructuring and regulatory change are providing opportunities to promote fuel switching. Some jurisdictions include requirements for generators to include a proportion of generation from renewable fuels (called Renewable Portfolio Standards). There are major policy issues around options such as increasing the use of hydro and nuclear.

Although many industries in Canada and the U.S. have already improved efficiency, under pressures of globalization, energy-intensive industries like pulp and paper and refining are able to realize additional cost savings from fuel switching and co-generation, which combines heat and power needs. Actions underway include demand-side management initiatives, to reduce the draw on generating capacity. New biomass technology and wind sources are being developed.

Jurisdictions are addressing barriers to transmission and considering the value of encouraging smaller generating plants that can take advantage of alternate sources and reduce transmission losses. Incentives such as emissions trading are being investigated for facilitating adoption of new technologies. Research is underway on the potential of geological storage of emissions from stationary sources, such as power plants.

5.4.4 Transportation

Transportation is the major source of emissions in the Northeast. Its emissions also have impacts on ground-level smog and acid rain. While public transit is an option in urban centers, a large portion of the Northeast is rural. The rural and

suburban development patterns leave people and businesses heavily dependent on motor vehicles.

Transportation policies and programs are aimed at three specific areas: improving the fuel efficiency of transportation systems; developing more efficient vehicles; and encouraging the use of alternative fuels. Programs for awareness and promotion of alternative transportation systems, such as public transit, ridesharing and inter-modal for freight, are being enhanced.

Regulations and standards for vehicle fuel efficiency, such as the U.S. CAFÉ (Corporate Average Fuel Efficiency) standard, are being promoted. Other actions include investments in community planning to encourage use of alternative fuels and development of intelligent transportation systems that are more efficient and result in more benign travel patterns. Economic tools to stimulate production and use of low-emissions vehicles are being developed.

5.4.5 Agriculture and Forestry

As natural resource-based economic activities, agriculture and forestry are grouped together. Both are widespread in the Northeast Region, and involve many small operators (such as family-farms or individual woodlot owners) as well as large companies. There are many non-point sources of emissions but, at the same time, agricultural soils, vegetative communities and forest systems can all provide carbon storage as part of active resource management.

Agriculture

Agricultural actions already in place in the Northeast Region to reduce emissions and adapt include scientific research on agricultural greenhouse gas emissions and the potential of soils as a carbon sink. Best management practices for soils, livestock and crops are being promoted and have the ancillary benefits of being good environmental and economic practices. These best practices benefit soil and water quality and lower input costs, as well as reducing nitrous oxide and methane emissions from fertilizers and manure, the principal greenhouse gases from agriculture.

Forestry

Forestry is linked with agriculture in actions to plant shelterbelts and to plant trees on marginal agricultural lands. Tree planting in commercial and residential areas helps reduce energy use and purify the air. Inventories of forests, land-use planning, requirements for increased silviculture and research on carbon capture are actions already underway.

As policies and programs are developed for other resource-based and ecosystem-dependent activities, such as fisheries, aquaculture and tourism, they could be included in this sector.

5.4.6 Non-fuel Sources of Greenhouse Gas

While greenhouse gas emissions from use of carbon-based fuels are a driving factor in climate change, there are opportunities for mitigation of effects by reducing and controlling emissions from natural processes employed in human activities. Reductions in methane gas production from biodegradation of wastes and intensive livestock production and of nitrous gases from agriculture are possible.

The policies and programs in this sector focus on increasing recycling of municipal wastes, which reduces energy used in production as well as gases generated in biodegradation or incineration. Similarly encouraging recycling at the industrial level reduces fuel-related emissions. In this way, climate change objectives are being harmonized with waste reduction and environmental protection goals. Capture of gases from landfills and farms are also being promoted, as is reduction of gas releases from wastewater treatment.

5.5 Gaps in the Options

5.5.1 Social Objectives

Most of the policies and programs already in place focus on economic activities and values. However in facing the far-reaching impacts of climate change, policies and programs need to be developed to protect social and environmental values as well. From this perspective, there are a number of other sectors that could be considered, especially as more climate change policies and programs are implemented.

Affordability

Programs are being developed in Vermont to make effective action more affordable for low-income households. These programs aim to overcome economic barriers by improving access to information and financial incentives.

Human Health and Well-being

Environmental and human health monitoring can alert the community to changing threats as climate change advances. Emergency planning programs need to consider the demands of more frequent crisis events. Strategies to protect social stability should also be considered.

Land Use and Community Planning

Land use and community planning actions can reduce emissions, protect against threats such as storm surges and flooding, increase carbon storage and improve social stability. Developing alternatives to vehicle-centric communities can promote reduced impacts and better quality of life. The energy of communities working together can be harnessed with well-designed programs.

5.5.2 Ecological Objectives

Natural Resources and Environmental Protection

Ecosystems can be impacted by climate change even if there is not associated economic activity. Some policies and programs strive to recognize and protect those values, such as coastal zone protection and development planning. The protected area strategies being developed in many jurisdictions can be linked to reducing climate change impacts and ecological monitoring programs.

6. Next Steps

The next steps in developing a coordinated Northeast Regional approach to address climate change will begin at the "New Directions for the Northeast" workshop being held in Fredericton at the end of March 2001. The workshop is an opportunity to begin to develop options for a broad-based Northeast regional plan, that is based on sharing of information and expertise and collaboration in problem solving. Participants may be able to identify:

- the most effective programs and policies in their own jurisdictions, share information and reduce duplication of effort;
- areas where a coordinated response can bring multiple benefits;
- areas where working together could help develop the best solutions effectively and efficiently;
- critical issues and impacts that have yet to be addressed; and
- information and research requirements that could be partnered or networked.

Beyond this Background Document, there are a number of federal, provincial and private sector documents that can provide starting points for discussion of opportunities for the Northeast Region. *Climate Change Impacts on the United States* (Reference: 22) includes a discussion of directions for pathways for research and The Canada Country Study (Reference: 6) also discusses future directions.

In Canada, "*A Compendium of Canadian Initiatives*" summarizes the existing federal, provincial and private sector programs in Canada, and those that are planned as of October 2000. The National Action Program on Climate Change (Reference: 9) sets strategic directions and "*Canada's First National Climate Change Business Plan*" (Reference: 23), presents the programs and policies of all levels of government and the private sector in the year 2000. Developed with extensive public consultation, it includes a commitment to review, renew and revise the plan on an annual basis. Associated with the *Business Plan*, the Government of Canada has developed a *"National Action Plan"* (Reference: 11).

Climate change action plans are being put into place in a number of jurisdictions in the Northeast: Vermont's "*Fueling our Future*" was released in 1999 (Reference: 43); the "*State of Maine Climate Action Plan*" was released in late 2000 (Reference: 20); the Massachusetts plan is expected to be released in early 2001; and the New Hampshire plan is expected to be released by June 2001. State emissions inventories and action plans are available on the EPA Global Warming web site (Reference: 3). The Province of Québec has released "*Québec Action Plan on Climate Change 2000-2002*" (Reference: 32) and Nova Scotia has completed public consultation (Reference: 31).

A search for "climate change" on the Internet yields a flood of information. In addition to the excellent government sponsored sites, such as EPA's Global Warming site (Reference 3) and Environment Canada's Global Climate Change site (Reference: 8), private-sector organizations are thinking of new ways that society can reduce its impacts and adapt to climate change. Policy papers and action plans from groups such as the Tellus Institute (Reference: 1), the Pembina Institute (Reference: 30), the David Suzuki Foundation (Reference: 2) and many others contain innovative thinking and ideas for discussion.

7. References

1. Bernow, Stephen and W. Dougherty, J. Dunbar, T. Page and M. Goldberg. 2000. New England's Global Warming Solutions. Tellus Institute. http://www.tellus.org/energy/index.html "publications"

2. David Suzuki Foundation. Information and publications about climate change. http://www.davidsuzuki.org/http://www.davidsuzuki.org/Publications/Climate_Change_Reports/default.asp

3. Environmental Protection Agency, USA. EPA Global Warming web site. http://www.epa.gov/globalwarming

4. Environment Canada. 2000. The Top Ten Weather Stories of 2000. http://www.ec.gc.ca/press/00-12-27_b_e.htm#4

5. Environment Canada. 2000. Review of natural catastrophes in 1999, from data by Munich Re. http://www.munichre.com/

6. Environment Canada. 1997. Canada Country Study: Climate Impacts and Adaptation. National Summary for Policy Makers. http://www.ec.gc.ca/climate/ccs/ccs_e.htm

7. Environment Canada. Canadian Greenhouse Gas Inventory. http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/

8. Environment Canada. Global Climate Change web site. http://www.ec.gc.ca/climate/

9. Environment Canada. National Action Program on Climate Change. http://www.ec.gc.ca/climate/resource/cnapcc/index.html

10. Environment Canada. The Science of Climate Change (with data from from S. J. Lambert). http://www.msc-smc.ec.gc.ca/saib/climate/ccsci_e.cfm

11. Government of Canada. 2000. Government of Canada Action Plan 2000 on Climate Change. http://www.climatechange.gc.ca/english/whats_new/action_plans.html

12. Government of Canada. 2000. A Compendium of Canadian Initiatives. http://www.nccp.ca/html/

13. Government of Canada. 1997. Canada Country Study Vol. 6. Responding to Global Climate Change in Atlantic Canada. http://www.ec.gc.ca/climate/ccs/ccs_e.htm

14. Government of Canada. 1997. Canada Country Study Vol. 5. Responding to Global Climate Change in Québec. http://www.ec.gc.ca/climate/ccs/ccs_e.htm

15. Government of Canada. Greenhouse Gas Division. http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/english/eBackground.html

16. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001. The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change http://www.ipcc.ch

17. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2000. Special Report on Emissions Scenarios. http://www.grida.no/climate/ipcc/

18. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2000. The Regional Impacts of Climate Change - An Assessment of Vulnerability. Ch. 8 North America by David S. Shriner (USA) and Roger B. Street. http://www.grida.no/climate/ipcc/

19. Intergovernmental Panel on Climate Change. 1995. Climate Change.1995. The Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
www.ipcc.ch/pub/reports.htm

20. Maine State Planning Office. 2000. State of Maine Climate Change Action Plan Vol. 1.
http://janus.state.me.us/spo/CCAP/

21. Meteorological Service of Canada. 1998. The Worst Ice Storm in Canadian History?
http://www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/events/icestorm98/icestorm98_the_worst_e.cfm

22. National Assessment Synthesis Team, U.S. Global Change Research Program. . 2000. Climate Change Impacts on the United States. The Potential Consequences of Climate Variability and Change.
http://www.gcrio.org/NationalAssessment/

23. National Climate Change Process. 2000. Canada's First national Climate Change Business Plan.
http://www.nccp.ca/html/

24. Natural Resources Canada. 2000. Beyond Kyoto - Addressing Climate Change in the 21st Century.
http://climatechange.nrcan.gc.ca/english/html/feature/kyoto.html

25. Natural Resources Canada.National Atlas of Canada, Facts About Canada - Coastline.
http://www.atlas.gc.ca/english/facts/coastline.html#c4

26. Natural Resources Canada. Sensitivities to Climate Change in Canada - Sea-Level Rise in Atlantic Canada, Geological Survey 505.
http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/sensitivities/map1.htm

27. Natural Resources Canada. Sensitivities to Climate Change in Canada - Permafrost.
http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/sensitivities/map2.htm

28. Natural Resources Canada. National Atlas of Canada Online.
http://www.atlas.gc.ca/

29. Northeast States for Coordinated Air Use Management. 1997. 1990 Greenhouse Gas Emissions in New England A Regional Summary.

30. Pembina Institute. Publications about climate change.
http://www.pembina.org/climate/pubs.htm

31. Province of Nova Scotia. 2000. Turning Challenge Into Opportunity.
http://www.gov.ns.ca/natr/climate/index.htm

32. Province of Québec. 2000. Québec Action Plan on Climate Change 2000-2002.
http://www.menv.gouv.qc.ca/air/changement/plan_action/index-en.htm

33. Statistics Canada. 1996. 1996 Census.
http://www.statcan.ca/

34. Sutherland, Karen M. and Gary S. Lines. 2000. A Further Examination of Regional Temperature Trends in Atlantic Canada. Meteorological Service of Canada - Atlantic, Environment Canada.
(personal communication)

35. Thieler, E. Robert and Erika S. Hammar-Klose. 1999. National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: U.S. Atlantic Coast, U.S. Geological Survey Open-File Report 99-593.
http://woodshole.er.usgs.gov/epubs/openfiles/ofr99-593/

36. United Nations Conference on Environment and Development. 1997. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
http://www.unfccc.de/resource

37. United Nations Conference on Environment and Development. 1992. The United Nations Framework Convention.
http://www.unfccc.de/resource

38. United Nations Conference on Environment and Development. 1992. Rio Declaration on Environment and Development.
http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=78

39. U.S. Census Bureau. 1999. Statistical Abstracts of the U.S. 1999.
http://www.census.gov/prod/www/statistical-abstract-us.html

40. U.S. Department of Agriculture Forest Service. Ecosystem Divisions.
http://www.fs.fed.us/colorimagemap/ecoreg1_divisions.html

41. U.S. Federal Government. FedStats -The gateway to statistics from over 100 U.S. Federal agencies.
http://www.fedstats.gov/

42. U.S. Geological Survey. U.S. National Coastal Assessment.
http://coastal.er.usgs.gov/national_assessment/

43. Vermont Department of Public Service. 1998. Fueling Vermont's Future: Comprehensive Energy Plan and Greenhouse Gas Action Plan.

44. Wendell Cox Consultancy. U.S. States Ranked by Population Density: 1990.
www.demographia.com

45. Williams, S. Jeffress and James B. Johnston. 1995. Coastal Barrier Erosion: Loss of Valuable Coastal Ecosystems. *in* Our Living Resources: A Report to the Nation on the A Report to the Nation on the Distribution, Abundance, and Health of U.S. Plants, Animals, and Ecosystems. U.S. Geological Survey
http://biology.usgs.gov/s+t/noframe/m4146.htm

CHANGEMENT CLIMATIQUE
NOUVELLES ORIENTATIONS
POUR LE NORD-EST

DOCUMENT D'INFORMATION

Un atelier de la Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre
et des premiers ministres de l'Est du Canada

29, 30 mars - 2001
Fredericton (N.-B.), Canada

Coparrainé par la province du Nouveau-Brunswick
et la
Table ronde du Premier ministre sur l'environnement et l'économie

New Nouveau
Brunswick

Atelier sur les Changements Climatiques
Atelier Promoteurs

ADI Group
AMEC
Bureau de l'énergie de l'État du Rhode Island
Commission nord-américaine de coopération environnementale
Department of Environmental Conservation du Vermont
Department of Environmental Management du Rhode Island
Department of Environmental Protection du Connecticut
Department of Environmental Protection du Maine
Department of Environmental Services du New Hampshire
ENERPLAN Consultants
Heritage Salmon Limitée
Institut canadien des produits pétroliers
Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick
Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau Brunswick
Secrétariat des conférences intergouvernementales canadiennes
Société d'énergie du Nouveau-Brunswick
Université du Nouveau-Brunswick
US Environmental Protection Agency
US Environmental Protection Agency (New England)

Table des matières

Listes des figures 3

Préambule 4

1 Nouvelles orientations pour la région du Nord-Est 5

2 Science des changements climatiques de la planète 6

2.1 Changements climatiques mondiaux qui ont été observés 7
2.1.1 Influence humaine sur le climat 8
2.2 Prévisions des émissions de gaz à effet de serre 9
2.3 Changements climatiques de la planète 10
2.4 Incertitudes de la science 11
2.4.1 Prise de mesures dans un environnement incertain 12

3 Changements climatiques prévus dans la région du Nord-Est 13

3.1 Modélisation des changements climatiques 13
3.2 Caractéristiques régionales du Nord-Est 14
3.2.1 Géographie et écosystèmes 13
3.2.2 Caractéristiques socioéconomiques 14
3.3 Prévisions des changements climatiques pour la région du Nord-Est 16
3.3.1 Température 16
3.3.2 Précipitations 17
3.3.3 Augmentation du niveau de la mer 18
3.3.4 Tempêtes 20
3.3.5 Réductions de la glace de mer 21
3.4 Effets possibles des changements climatiques 22
3.4.1 Érosion côtière 22
3.4.2 Réductions de la glace de mer 22
3.4.3 Milieux humides côtiers et estuaires 22
3.4.4 Effets de la hausse du niveau de la mer sur l'infrastructure 23
3.4.5 Événements météorologiques extrêmes 24
3.4.6 Ressources en eau douce et milieux humides 25
3.4.7 Pêches côtières 26
3.4.8 Pergélisol et écosystèmes de la toundra et du taiga 26
3.4.9 Forêts 27
3.4.10 Agriculture 29
3.4.11 Loisirs et tourisme 30
3.4.12 Santé humaine et effets sociaux 30
3.4.13 Sensibilité des institutions 32
3.4.14 Coûts des catastrophes naturelles 32

4 Inventaire des émissions de la région du Nord-Est 34

4.1 Sources énergétiques des émissions 35
4.1.1 Transport 36
4.1.2 Production d'électricité 36
4.1.3 Utilisation commerciale et résidentielle 37
4.1.4 Industrie 37
4.2 Émissions ne provenant pas de sources d'énergie 37

5 Choix de mesures 40

5.1 Ampleur des réductions des émissions 40
5.2 Objectifs communs 41
5.3 Priorités communes 42
5.3.1 Plus grande sensibilisation et compréhension 43
5.3.2 Technologie et innovation 44
5.3.3 Leadership gouvernemental 44
5.3.4 Investissement dans les connaissances et établissement de la fondation 45
5.4 Choix de politiques et de programmes 45
5.4.1 Intersectoriel 45
5.4.2 Utilisation et rendement de l'énergie 45
5.4.3 Sources et production d'énergie 46
5.4.4 Transport 47
5.4.5 Agriculture et foresterie 47
5.4.6 Sources non combustibles de gaz à effet de serre 48
5.5 Lacunes par rapport aux choix 48
5.5.1 Objectifs sociaux 48
5.5.2 Objectifs écologiques 49

6 Prochaines étapes 50

7 Références 51

Liste des figures

Figure 2-1 Variations dans les températures de la planète de 1860 à 2000. 6
Figure 2-2 Concentration atmosphérique sur la planète des trois gaz à effet de serre et leurs effets de force radiative. 7
Figure 2-3 Émissions de CO_2 prévues pour les six scénarios du RSSE. 10
Figure 3-1 Scénarios des émissions du modèle du Centre Hadley et du Centre canadien comparés aux scénarios des émissions du IPCC. 13
Figure 3-2 Densité démographique régionale. 15
Figure 3-3 Produit régional brut de la région du Nord-Est 15
Figure 3-4 NAST - Changement de température dans la région du Nord-Est - XX^e et XXI^e siècles. 16
Figure 3-5 Températures moyennes annuelles dans les trois provinces Maritimes canadiennes. 17
Figure 3-6 NAST - Variation des précipitations dans la région Nord-Est aux XX^e et XXI^e siècles 18
Figure 3-7 Zones côtières du Canada atlantique sensibles à la hausse du niveau de la mer 19
Figure 3-8 Carte de l'indice de vulnérabilité côtière (IVC) pour le littoral atlantique américain 20
Figure 3-9 Température mondiale et fréquence des températures d'hiver intenses au cours du dernier siècle 21
Figure 3-10 Dommages causés par l'onde de tempête au quai du gouvernement à Barachois, Nouveau-Brunswick, le 26 janvier 2000 23
Figure 3-11 Effets de la fonte du pergélisol dans la région du Nord-Est 27
Figure 3-12 Types de forêts dominants dans la région du Nord-Est - NAST 28
Figure 3-13 Effets de la variabilité et des changements climatiques sur la santé 31
Figure 3-14 Coûts des événements météorologiques extrêmes mondiaux, 1965-1994 33
Figure 4-1 Émissions de gaz à effet de serre de la région du Nord-Est, 1990-1997 35
Figure 4-2 Émissions de gaz à effet de serre de sources énergétiques de la région du Nord-Est, 1997 36
Figure 4-3 Émissions de gaz à effet de serre de sources énergétiques des États de la Nouvelle-Angleterre - 1997 38
Figure 4-4 Émissions de gaz à effet de serre provenant de sources d'énergie par secteur des provinces canadiennes, 1997 39
Figure 5-1 Tendance des émissions canadiennes et objectif du Protocole de Kyoto (mégatonnes de CO_2 équivalentes) 41
Figure 5-2 Possibilité de réduire davantage les émissions de CO_2 43

Préambule

La Convention cadre des Nations Unies concernant les changements climatiques

La démarche en vue de la Convention cadre des Nations Unies concernant les changements climatiques a commencé dans les années 1980 lorsque des preuves scientifiques ont indiqué la possibilité d'un lien entre les émissions de gaz à effet de serre anthropiques et le risque de changements climatiques à l'échelle mondiale. La Convention cadre des Nations Unies présente le cadre stratégique global pour traiter la question des changements climatiques. Ouverte à la signature au Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en juin 1992, la Convention est entrée en vigueur le 21 mars 1994 (Référence 37). Chaque pays s'est engagé à adopter des mesures qui reflètent sa géographie, la structure unique de son économie et de ses circonstances, et ses priorités sociales et en matière de réglementation.

> *« L'objectif ultime de la présente Convention.... est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. »*

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) ont créé le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution (IPCC) en 1988. Le rôle de ce groupe est d'évaluer les données socioéconomiques, techniques et scientifiques concernant la compréhension des risques des changements climatiques anthropiques.

Le premier rapport d'évaluation du IPCC en 1990 a joué un rôle important dans la création de la Convention cadre des Nations Unies concernant les changements climatiques. Son deuxième rapport d'évaluation, *Changements climatiques, 1995*, (Référence 19) a fourni des éléments clés pour les négociations, qui ont abouti à la présentation du Protocole de Kyoto à la CCNUCCC en 1997. Les rapports du groupe d'experts faisant partie du troisième rapport d'évaluation *Changements climatiques, 2001* (Référence 16) sont rendus publics en même temps que la préparation du présent document au début de 2001.

Le Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto à la Convention cadre des Nations Unies (Référence 36) concernant les changements climatiques établit des objectifs quantifiés relatifs aux gaz à effet de serre pour les pays développés. Les pays industrialisés réduiront leurs émissions collectives à 5,2 pour cent en dessous des niveaux de 1990 d'ici 2010.* Les objectifs nationaux varient entre 6 et 8 pour cent. Certains pays peuvent augmenter leurs émissions (Norvège de 1 %, Australie de 8 % et Islande de 10 %) tandis que les pays en voie de développement n'ont pas d'objectifs quantifiés.

Bon nombre d'administrations attendent un accord sur les détails fonctionnels expliquant comment le Protocole fonctionnera dans la pratique avant de le ratifier. La sixième Conférence des parties contractantes à la Convention, (COP 6) s'est réunie à La Haye en novembre 2000 pour négocier certaines questions non réglées dans la CCNUCCC et le Protocole. Ces négociations sont continues et la COP 6 devraient reprendre à Bonn durant la première moitié de 2001.

1. Nouvelles orientations pour la région du Nord-Est

Conscients de l'importance transfrontalière de nombreux enjeux sociaux, économiques et environnementaux, les gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et les premiers ministres de l'Est du Canada se réunissent régulièrement pour discuter des enjeux et chercher des moyens de prendre des mesures communes.

Les changements climatiques de la planète se prêtent bien à ce genre de collaboration. L'évolution prévue du climat de la planète pourrait avoir des effets semblables dans la région du Nord-Est de l'Amérique du Nord. Les changements climatiques sont complexes et l'adoption d'une approche régionale aidera à clarifier les enjeux, à combler les lacunes en matière d'information et à préciser le potentiel de réduction (d'atténuation) et d'adaptation. L'approche régionale permet de partager des connaissances, de collaborer à la collecte des données et d'élaborer des réponses coordonnées qui sont plus exhaustives et plus efficaces qu'une approche unique adoptée par chaque administration.

De quel Nord-Est s'agit-il?

La « région du Nord-Est » décrite dans le présent document englobe onze administrations aux États-Unis et au Canada.

- les six États de la Nouvelle-Angleterre (Maine, New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut et Vermont), et
- les quatre provinces de l'Atlantique (Terre-Neuve et Labrador, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard et Nouveau-Brunswick) et la province de Québec.

À noter que la région 1 (Nouvelle-Angleterre) de la US Environmental Protection Agency (EPA) est aussi désignée Nord-Est; et la US National Assessment Synthesis Team (NAST) définit « Nord-Est » comme les États de la Nouvelle-Angleterre, New York, New Jersey, Pennsylvanie, Delaware, Maryland, Virginie et Virginie de l'Ouest.

Dans le présent document, ces régions sont désignées respectivement région du Nord-Est de l'EPA et « région du Nord-Est de la NAST ».

2. Science des changements climatiques de la planète

Le climat de la planète est un système complexe, qui a des fluctuations internes naturelles du matin au soir, de façon saisonnière et sur des périodes de nombreuses années. Le climat peut être « forcé » par des facteurs externes, comme les gaz à effet de serre, les variations des intrants d'énergie solaire, la poussière et le gaz des éruptions volcaniques, et les changements dans la réflectivité de surface de la terre en raison de la couverture de neige ou de la perte d'arbres. Les gaz à effet de serre sont les facteurs influençant le climat les plus importants et les mieux compris. Le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH4) et l'oxyde nitreux (N_20) des gaz atmosphériques captent la chaleur et l'irradient de nouveau vers la surface de la terre, c'est-à-dire le « forçage radiatif », créant ainsi une serre mondiale naturelle et des fluctuations qui agissent comme modérateurs de la température à la surface.

Le climat est, de par sa nature, très variable, ce qui rend difficile toute tentative pour établir des tendances à long terme de réchauffement ou de refroidissement. Toutefois, on peut obtenir de l'information sur le climat pour une période qui remonte à 400 000 ans à partir des bulles d'anciens gaz atmosphériques captés dans de la glace très ancienne dans l'Arctique et au Groenland. En plus des observations géologiques de la vie végétale et de la poussière volcanique, et des archives humaines, nous pouvons prévoir avec une certaine confiance les conditions climatiques antérieures et l'importance relative des récents événements. La preuve historique indique qu'au cours des 100 dernières années, le climat mondial a commencé à changer (Référence 16). (Figure 2-1).

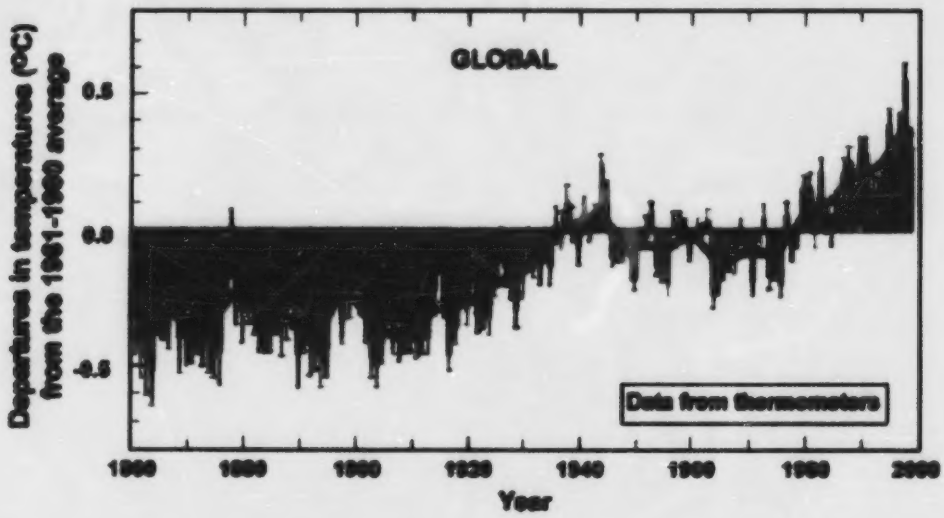

Figure 2-1 Variations dans les températures de la planète de 1860 à 2000
La température en surface de la terre est indiquée par année (barres rouges) et par décennie (ligne noire). Il existe des incertitudes quand aux données annuelles. (Les barres filiformes noires représentent 95 % de l'échelle de confiance.) La meilleure estimation au cours des 100 et 140 dernières années est que la température mondiale moyenne en surface a augmenté de 0,6 ± 0,2 °C. Source : IPCC (Référence 16).

2.1 Changements climatiques mondiaux qui ont été observés

Il y a depuis toujours des variations dans les concentrations de gaz effet de serre dans l'atmosphère. Toutefois, au cours des deux derniers siècles, on a enregistré d'importantes augmentations de la concentration du dioxyde de carbone atmosphérique, qui a augmenté de 30 %, passant d'environ 280 ppm dans les années 1750 à 330 ppm aujourd'hui. Ce taux d'augmentation est sans précédent au cours des 20 000 dernières années (Référence 16). Les concentrations de méthane, un gaz à effet de serre ayant 22 fois le potentiel de réchauffement du dioxyde de carbone, ont plus que doublé dans l'atmosphère et sont maintenant à des niveaux pré-industriels. Les niveaux actuels de $C0_2$ et de méthane sont les plus élevés qui aient été enregistrés au cours des 420 000 dernières années (Référence 16). En l'absence de directives sur le contrôle des émissions, ces taux continueront d'augmenter et la concentration des gaz à effet de serre devrait doubler d'ici l'an 2100.

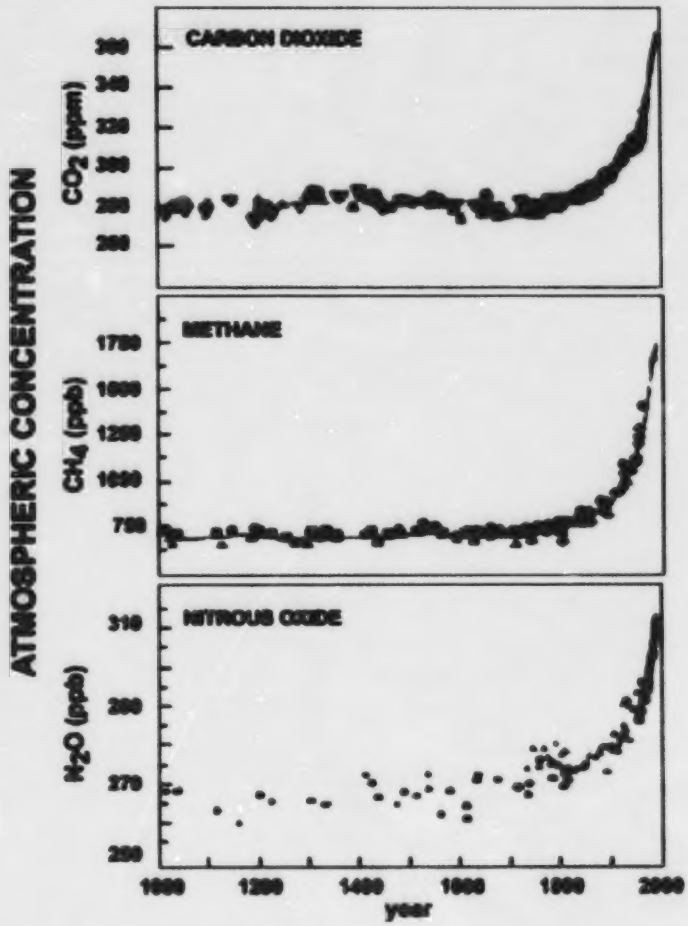

Figure 2-2 Concentration atmosphérique sur la planète des trois gaz à effet de serre

Les documents sur les changements antérieurs à la composition atmosphérique fournissent le contexte de l'influence des émissions anthropiques. Les concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone (CO_2), de méthane (CH_4) et d'azote nitreux (N_2O) ont changé au cours des 1 000 dernières années. Puisque ces gaz ont un temps de résidence dans l'atmosphère d'une décennie ou plus, ils sont bien mélangés. Leurs concentrations reflètent les émissions provenant de sources dans le monde. Les trois documents montrent l'impact d'une croissance importante et accrue dans les émissions anthropiques à l'ère industrielle. Source : IPCC (Référence 16).

Les températures de la planète se sont aussi accrues, une hausse globale de 0,6 °C ayant été enregistrée depuis 1861, la plus ancienne période pour laquelle des relevés d'instrument sont produits. Les années 1990 seront probablement la décennie la plus chaude et 1998 était l'année la plus chaude depuis qu'on fait des relevés à l'aide d'instruments. Comparativement à l'information glanée à partir des « carottes glaciaires » de l'Arctique, la hausse de température dans l'hémisphère nord au cours du XX^e siècle est probablement la plus considérable qui ait été enregistrée au cours des 1 000 dernières années. (Référence 16).

En plus de ces constatations, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC) souligne aussi ce qui suit :

- le niveau de la mer dans le monde a aussi monté, 0,1 mètre à 0,2 mètre au cours du XX^e;
- les précipitations ont probablement augmenté de 0,5 à 1 % par décennie au XX^e siècle au-dessus des la titudes moyennes et hautes altitudes des continents de l'hémisphère nord;
- le retrait général des glaciers;
- une tendance de 30 ans à des températures extrêmes comme des températures maximum plus élevées, un plus haut indice la chaleur (une mesure de la chaleur et de l'humidité qui affectent le confort humain) et des événements de précipitations plus intenses au-dessus de l'hémisphère nord.

NOTA:

Le IPCC a adopté les mots suivants pour indiquer les estimations de confiance :

- **virtuellement certain** *(probabilité de 99 % qu'un résultat est exact);*
- **très probable** *(probabilité de 90 à 99 %);*
- **probable** *(probabilité de 66 à 90%);*
- **probabilité moyenne** *(probabilité de 33 à 66 %);*
- **non probable** *(probabilité de 10 à 33 %);*
- **très peu probable** *(probabilité de 1 à 10 %);*
- **exceptionnellement peu probable** *probabilité de moins de 1 %).*

(Référence : 16)

Ces changements climatiques sont considérés maintenant comme dépassant la gamme de la variabilité climatique naturelle. Il est maintenant probable que les températures plus chaudes des dernières décennies sont plus hautes que prévu et il est très probable que les températures minimum ont augmenté et que des tempêtes plus intenses sont survenues dans l'hémisphère nord (Référence 16).

2.1.1 Influence humaine sur le climat

La plupart des hausses de température constatées au cours des 50 dernières années sont imputables aux plus hauts niveaux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Référence 19) et la plupart des scientifiques sont maintenant d'avis que les activités humaines ont contribué substantiellement à la hausse.

L'industrialisation et la croissance économique et démographique ont été des facteurs primordiaux qui ont contribué à la hausse des émissions de gaz à effet de serre. Lesactivités humaines qui ont contribué aux hausses des CO_2 comprennent la consommation des combustibles fossiles, la déforestation et les changements dans l'usage des terrains, et la production de béton. Les niveaux de méthane ont augmenté à la suite d'activités comme l'élevage du bétail et la culture du riz, le

brûlage de la biomasse, les réseaux de distribution du gaz naturel, les lieux d'enfouissement et l'exploitation minière. Quant à l'azote nitreux, la hausse est due surtout à l'application d'engrais azotés et la combustion de combustibles fossiles et du bois (Référence 15).

Vu que certains gaz à effet de serre restent longtemps dans l'atmosphère, les émissions de gaz à effet de serre causés par les activités humaines devraient continuer d'influencer le climat de la planète au cours du XXI[e] siècle. Par exemple, plusieurs siècles après une première émission de CO_2, environ un quart de la hausse de la concentration atmosphérique est toujours visible. Même si les concentrations de gaz à effet de serre sont stabilisées, les hausses de température devraient se maintenir pendant des centaines d'années, mais à un taux beaucoup plus faible (Référence 16).

2.2 Prévisions des émissions de gaz à effet de serre

Le climat du prochain siècle continuera d'être influencé par des changements naturels et par la réaction continue du système climatique de la planète aux activités humaines. La modélisation informatisée qui est basée sur des variables connuses qui affectent les émissions et par conséquent les changements climatiques donne une des conditions possibles. Différents modèles donnent différents résultats à partir des mêmes points de départ car ils sont tributaires d'hypothèses sous-jacentes. De plus, les facteurs des interactions d'influence inconnus ou incertains limitent les efforts pour modéliser le climat. Toutefois, la confiance dans les prévisions à partir de la modélisation du climat augmente, comme d'ailleurs la connaissance des changements climatiques. Au fil des ans, et au fur et à mesure que plus d'information et de calculs plus complexes deviennent disponibles, les modèles évoluent pour accroître la résolution et assurer une meilleure représentation des processus physiques, ce qui augmente la confiance dans leurs capacités prévisionnelles (Référence 16).

Afin d'avoir une base commune pour ses prévisions des changements climatiques, le IPCC a formulé six énoncés qui établissent des hypothèses sous-jacentes concernant le mode de vie au XXI[e] siècle dans les développements technologiques, économiques, sociaux et démographiques au XXI[e] siècle. Ces énoncés annoncent des avenirs divergents selon les secteurs sous-jacents d'incertitude au sujet des forces motrices des futures émissions tels que : (Rapport spécial sur les scénarios d'émissions, 2000 (SRES) (Référence 17).

- taux de croissance économique et démographique,
- taux d'implantation de technologies plus efficaces,
- utilisation d'autres sources de carburant,
- degré de convergence sociale et culturelle entre les régions,
- égalité des revenus,
- degré de durabilité économique, sociale et écologique.

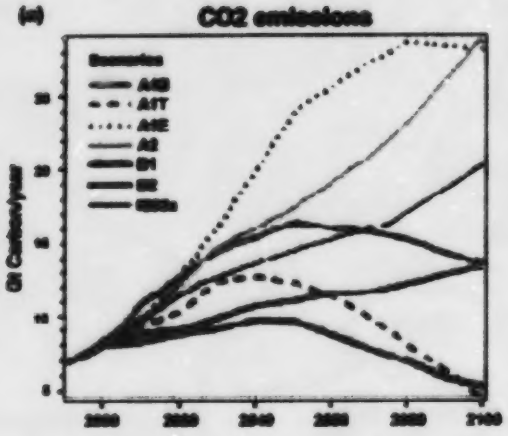

Figure 2-3 Émissions de CO_2 prévues pour les six scénarios du RSSE
Six scénarios d'émissions de CO_2 reflètent les différences entre les hypothèses sous-jacentes des énoncés du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (SRES) de l'IPCC concernant le mode de vie au XIX^e siècle (Référence 16).

Six méthodes de modélisation ont été appliquées pour créer 40 scénarios d'émissions et pour prévoir divers résultats climatiques connexes, comme les concentrations de CO_2, les variations de température et la hausse du niveau de la mer. Ces scénarios constituent la base de la modélisation des résultats des changements climatiques qui sont indiqués dans le troisième rapport d'évaluation du IPCC.

2.3 Changements climatiques de la planète

À partir des scénarios du RSSE, le troisième rapport d'évaluation de l'IPCC (Référence 16) prévoit une gamme de changements climatiques de la planète au cours du prochain siècle dont :

Température

- Il est prévu que la température de la surface moyenne de la planète augmentera de 1,4 à 5,8 °C, le taux de réchauffement étant beaucoup plus important que les changements constatés au XX^e siècle. Ce taux n'a probablement pas été égalé pendant au moins les 10 000 dernières années, selon les données scientifiques de base. Il est très probable que presque toutes les étendues de terre se réchaufferont plus rapidement que la moyenne mondiale, en particulier celles situées à hautes altitudes nord dans la saison froide. À titre de référence, les températures de la planète au cours de la dernière ère glaciaire étaient plus froides que les températures actuelles et se situaient à 4 ou 6 °C en dessous des températures d'aujourd'hui.

NOTA

Le IPCC a adopté les mots suivants pour indiquer les estimations de confiance :

- **virtuellement certain** *(probabilité de 99 % qu'un résultat est exact);*
- **très probable** *(probabilité de 90 à 99 %);*
- **probable** *(probabilité de 66 à 90%);*
- **probabilité moyenne** *(probabilité de 33 à 66 %);*
- **non probable** *(probabilité de 10 à 33 %);*
- **très peu probable** *(probabilité de 1 à 10 %);*

exceptionnellement peu probable *probabilité de moins de 1 %).*

- Les récentes tendances indiquent que la température de la surface augmentera et que les précipitations seront plus importantes, les conditions « El-Nino-like » devenant la norme dans le Pacifique tropique.

Précipitations
- La concentration de vapeur d'eau et les précipitations moyennes sur la planète devraient augmenter au XXI[e] siècle. Durant la dernière moitié du XXI[e] siècle, il est probable que les précipitations auront augmenté au-dessus des altitudes moyennes à hautes du nord et de l'Antarctique en hiver. Il très probable qu'on enregistrera de plus grandes variations dans les précipitations d'une année à l'autre au-dessus de la plupart des régions où une hausse des précipitations moyennes est prévue.

Événements extrêmes
- Les phénomènes suivants se produiront très probablement au-dessus de la plupart ou de presque la plupart des étendues de terre : températures maximums plus élevées et plus grand nombre de journées chaudes, températures minimums plus élevées, moins de journées froides et de jours de gel, gamme réduite de températures diurnes et accroissement d'inconfort pour les humains causé par la chaleur et l'humidité.

- Au-dessus de nombreuses étendues de terre d'altitude moyenne à haute dans l'hémisphère nord, un plus grand nombre d'événements de précipitations surviendront très probablement.

Circulation des eaux profondes
- Les différences de température et de salinité (effets thermohalins) sont des facteurs qui contribuent aux courants océaniques. Les prévisions actuelles établies à partir de modèles climatiques ne montrent pas un arrêt complet de la circulation de l'océan profond d'ici 2100, mais après 2100, cette circulation pourrait entièrement et peut-être de façon irréversible arrêter dans l'un ou l'autre des hémisphères si les effets du réchauffement de la planète sont d'une ampleur et d'une durée suffisantes.

Neige et glace
- La couverture de neige de l'hémisphère nord et l'étendue de la glace de mer devraient diminuer davantage. La nappe glaciaire de l'Antarctique subira probablement des précipitations accrues, alors que la couche de glace du Groenland perdra probablement de sa masse parce que la hausse des écoulements dépassera l'accroissement des précipitations.

Niveau de la mer
- Il est prévu que le niveau de la mer moyen de la planète augmentera de 0,09 à 0,88 mètre entre 1990 et 2100. Ce phénomène est dû principalement à l'expansion thermique et à la perte de la masse des glaciers et des calottes glaciaires. Ces prévisions du niveau de la mer sont légèrement inférieures au deuxième rapport d'évaluation du IPCC (qui étaient de 0,13 à 0,94 mètre) principalement grâce aux modèles améliorés.

2.4 Incertitudes de la science

Les réactions du climat de la planète sont difficiles à prédire. Les petits changements parfois ont des effets beaucoup plus importants sur le système que ce que l'on pourrait prévoir et il existe très peu de données sur la variation du climat à l'échelon local ou régional.

À l'échelle mondiale toutefois, les scientifiques sont maintenant certains que l'activité humaine augmente les concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et influence le climat mondial, et que les températures de la planète

augmentent. La contribution de l'activité humaine aux changements climatiques de la planète est difficile à quantifier, parce que les facteurs naturels affectant le climat, les effets des changements de la radiation solaire et même de la pollution sont moins bien compris. Même si les hausses de températures prévues par le IPCC sont très probables, l'ampleur et la rapidité de ces hausses de température ne sont pas encore très claires (Référence 16).

L'interaction des changements mondiaux dans une région comme le Nord-Est est encore relativement incertaine. La santé humaine, l'agriculture, les ressources en eau, les forêts, la faune et les zones côtières sont encore tous susceptibles aux changements climatiques. Il n'a pas encore été déterminé quelle sera l'étendue et à quel moment ces changements pourraient survenir et si certains changements seraient néfastes ou bénéfiques. Vu que les ressources et le degré de compréhension sont limités, et compte tenu des complexités des écosystèmes, la science ne peut jamais prédire tous les effets des interventions humaines dans l'environnement.

2.4.1 Prise de mesures dans un environnement incertain

Malgré les incertitudes, les risques écologiques et économiques des changements climatiques de la planète sont élevés. Le Sommet de la Terre de 1992 au Brésil a, en débattant des changements climatiques de la Terre, élaboré le « principe de précaution » (principe 15 de la Déclaration de Rio) (Référence 38) qui reconnaît l'incertitude de la science et les risques potentiellement élevés. Il précise que s'il existe une preuve raisonnable que des dommages sont ou seront causés à l'environnement, les administrations ont l'obligation d'agir avec précaution afin d'éviter les dommages potentiels.

Prendre des mesures pour réduire les gaz à effet de serre et élaborer des stratégies d'adaptation aux effets des changements climatiques, c'est investir dans une police d'assurance pour l'avenir de la région (Référence 20). En même temps, certaines mesures pouvant être prises présentent des avantages comme réduire la pollution atmosphérique ou la consommation de combustibles fossiles, et accroître l'efficacité. Ces avantages connexes peuvent améliorer la qualité de vie et la viabilité économique des collectivités et des entreprises, et protéger l'environnement.

Le moment de la prise de mesures est un élément d'importance capitale. Les concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère continuent de s'accroître et les procédés qui influencent le système climatique se déplacent très lentement. Dans son deuxième rapport d'évaluation, le IPCC précise que l'équilibration du système climatique mondial, après la stabilisation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre persistants, pourrait prendre des décennies ou des millénaires; il pourrait falloir des siècles pour équilibrer les niveaux de la mer une fois le climat stabilisé; et des siècles pour rétablir les systèmes écologiques perturbés ou endommagés.

3. Changements climatiques prévus dans la région du Nord-Est

3.1 Modélisation des changements climatiques

Les prévisions des changements climatiques régionaux et de leurs effets reposent sur les caractéristiques démographiques, écologiques et géographiques de la région. Ces prévisions sont beaucoup plus difficiles et moins certaines que celles qui sont établies au niveau mondial. C'est pourquoi l'*Étude pan-canadienne – résumé national pour les décideurs* (Référence 6) et la National Assesment Synthesis Team (NAST) aux États-Unis (Référence 22) ont recours à plusieurs modèles climatiques généraux pour tracer une image des effets des changements climatiques dans différentes régions du continent nord-américain. La figure 3-1 indique comment les principaux modèles utilisés par la NAST se comparent aux scénarios d'émissions du IPCC dont il est question dans la section 2.3.

Figure 3-1 Scénarios des émissions du modèle du Centre Hadley et du Centre canadien comparés aux scénarios des émissions du IPCC

Comparaison des prévisions d'émissions de dioxyde de carbone (en milliards de tonnes métriques de carbone, GtC) indiquées dans le rapport d'évaluation et des scénarios d'émissions et de l'influence de réchauffement d'origine anthropique due à tous les gaz à effet de serre et aérosols sulfatés préparée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC) en 1992 et 2000. Les scénarios d'émissions et d'influence de réchauffement d'origine anthropique mentionnés dans le rapport se situent environ à moyenne distance de l'ensemble des scénarios du IPCC. Source : National Assessment Synthesis Team (NAST) (Référence 22).

3.2 Caractéristiques régionales du Nord-Est

3.2.1 Géographie et écosystèmes

La région du Nord-Est est extrêmement diversifiée; elle s'étend sur plus de 63 000 km le long du littoral atlantique de l'Amérique du Nord et couvre une superficie de 2,25 millions de kilomètres carrés (869 mille miles carrés), de la frontière de l'ouest du Québec à la ville la plus à l'est en Amérique du Nord, Saint-Jean, Terre-Neuve; et de Stamford, au Connecticut, dans le sud jusqu'au point le plus au nord du Québec (Références 25 et 45).

La diversité écologique de la région du Nord-Est se traduit par de nombreuses régions de transition biologiquement riches où les écosystèmes se joignent. Les États de la Nouvelle-Angleterre et les régions sud des provinces canadiennes sont définies par le climat continental humide, leurs forêts mixtes feuillues, leurs zones agricoles hautement aménagées, la riche zone côtière et les anciennes montagnes Appalaches, qui traversent la région jusqu'à la Péninsule «Grand Northern » de l'île de Terre-Neuve (Références 28 et 39). Le sud du Québec, le long du fleuve Saint-Laurent, a le même climat, mais de vastes régions du Québec, de Terre-Neuve et du Labrador ont une forêt boréale, des climats arctiques ou du taiga, et sont caractérisées par des forêts de conifères ou la toundra et la présence du pergélisol (Référence 14). Les écosystèmes côtiers varient de dunes de sable et d'estrans vaseux à des falaises rocheuses escarpées. Chaque administration dans la région du Nord-Est, sauf le Vermont, a une frontière marine. La région a aussi une abondance d'eau douce, comptant 220 000 km carrés de lacs, de milieux humides et de rivières (Références 33 et 39).

Le climat de la région du Nord-Est varie grandement du nord au sud et pendant l'année, en raison des influences des courants atmosphériques et océaniques. La moitié sud de la région est tempérée tandis que la partie nord a un climat allant de sub-arctique à arctique. Le courant chaud du golfe du sud et le courant froid du Labrador, à partir du nord, convergent au large de l'île de Terre-Neuve. De même, la région est influencée par la convergence d'une trajectoire de tempête chaude et humide du sud et l'air froid et sec du nord-ouest. Ces systèmes sont plus intenses pendant les mois d'hiver (Référence 14) et rendent la région susceptible aux conditions météorologiques extrêmes naturelles comme la grêle, les orages, les fortes chutes de neige et la variation entre les températures de gel et près du point de congélation qui peuvent provoquer des tempêtes de verglas. Les parties sud de la région peuvent être touchées par la sécheresse et les ouragans (Référence 22).

3.2.2 Caractéristiques socioéconomiques

La majeure partie de la population de la région du Nord-Est d'environ 23 millions d'habitants (données de 1994 et 1999) (Références 33 et 41) est concentrée dans les villes de forte densité qui constituent une bande presque continue le long du littoral de la Nouvelle-Angleterre jusqu'au Grand Nord comme le sud du Maine et le long du fleuve Saint-Laurent dans le sud du Québec. À Rhode Island, au Connecticut et au Massachusetts, 85 % de la population habite dans des régions urbaines. Ces trois États ont certaines des densités de population les plus élevées aux États-Unis venant après le New Jersey (Référence 44). Plus de trois quarts de la population du Québec habite dans des régions urbaines (Référence 13). Dans les autres administrations dans la région du Nord-Est, la plupart (53% habitent dans des régions rurales. Les populations du Canada atlantique et du nord du Maine sont moins nombreuses et les villes sont plus dispersées.

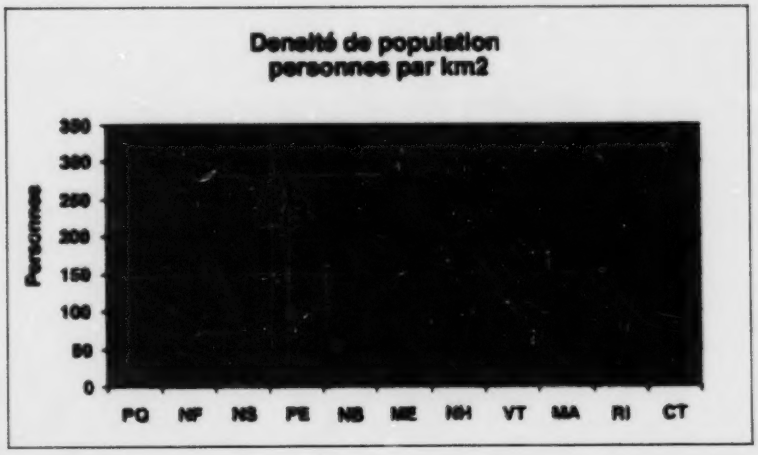

Figure 3-2 Densité démographique régionale

Sources : Condensé des statistiques des États-Unis, 1999 (Référence 39) et Statistique Canada, 1999 (Référence 33).

La région du Nord-Est apporte environ 690 milliards de dollars américains (1997) en produits intérieurs bruts aux économies américaine et canadienne (Références 33 et 41). L'économie régionale du Nord-Est est diversifiée, son secteur des services étant tributaire des communications et du transport, d'un important secteur manufacturier, des activités basées sur les ressources (pêches, foresterie et agriculture), de la production d'énergie et d'un réseau de transport bien établi. Certains des centres métropolitains de la région du Nord-Est sont parmi les plus anciens en Amérique du Nord, comptant des établissements culturels et d'enseignement bien implantés (Référence 22).

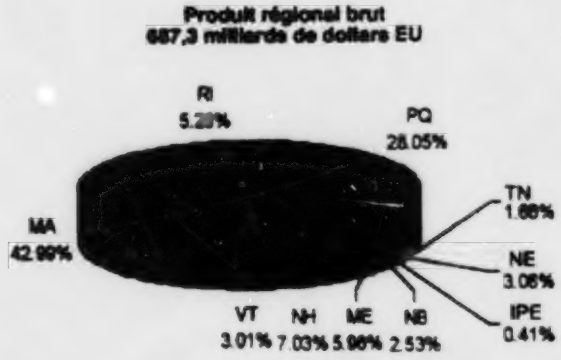

Figure 3-3 Produit régional brut de la région du Nord-Est

Sources : Condensé des statistiques des États-Unis, 1999 (Référence 39) et Statistique Canada, 1999 (Référence 33).

3.3 Prévisions des changements climatiques pour la région du Nord-Est

« S'agit-il de changements climatiques de la planète? ». Cette question est de plus en plus fréquente au fur et à mesure que les conditions météorologiques dépassent nos prévisions, et il n'est pas facile d'y répondre. Les premiers signes des changements climatiques sont difficiles à déceler par rapport aux variations climatiques normales. Les influences modératrices de l'océan Atlantique et des polluants atmosphériques sous forme de gaz non à effet de serre, comme le SO_2, modèrent tout signal de changements climatiques. Cependant les conditions météorologiques connues dans les années 1990 donnent une indication des types de changements climatiques que nous pourrions connaître au fur et à mesure que le climat de la région s'adapte aux changements dans l'atmosphère de la terre.

3.3.1 Température

La modélisation des changements climatiques de la planète prédit un changement de zones climatiques vers le nord dans l'hémisphère nord (Référence 19). Un réchauffement accru des températures nocturnes et des températures minimes, entre autres, est annoncé pour le XXI^e siècle. Ces variations pourraient être modérées dans les zones côtières de la région du Nord-Est, par l'influence de l'océan (Référence 22) ». La variation du moment où se produisent les changements saisonniers, comme l'arrivée hâtive de la fonte des neiges au printemps ou les gelées tardives pourraient être un enjeu.

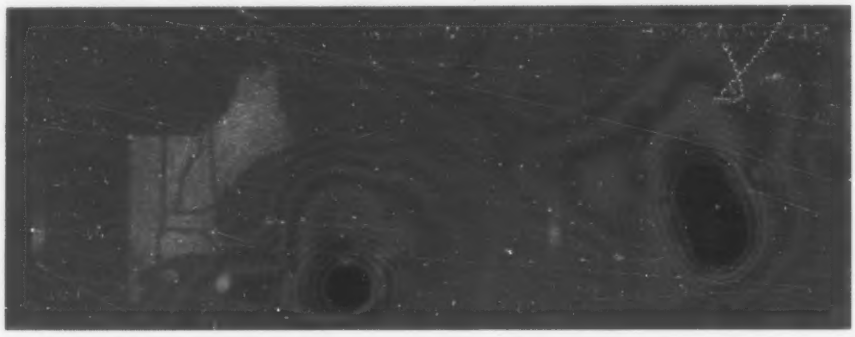

Figure 3-4 NAST - Changement de température dans la région du Nord-Est – XX^e et XXI^e siècles

Le plus important réchauffement au cours du dernier siècle est survenu le long de la région côtière, représentant jusqu'à 4 °F, avec un certain refroidissement à l'intérieur des terres. Les scénarios futurs prévoient une hausse relativement uniforme des températures moyennes chaque année d'ici 2100. Le modèle canadien prévoit toutefois des augmentations deux fois supérieures à celles du modèle Hadley. Source : National Assessment Synthesis Team (NAST) (Référence 22).

Les deux modèles utilisés pour simuler les conditions dans le Nord-Est - NAST en 2100 donnent des résultats un peu différents (Figure 3-4).

- Comparativement aux conditions moyennes observées au cours des 100 dernières années, le modèle canadien pour la fin du XXI^e siècle prédit un climat qui est plus chaud de 5 °C (9 °F) et plus sec.
- Le modèle Hadley prédit de moins fortes hausses de température, de 2 à 3 °C (de 4 à 5 °F), mais des augmentations plus importantes des précipitations.

Dans les zones du nord de la région du Nord-Est, qui n'ont pas été modélisées dans le rapport de la NAST, même de plus fortes hausses du réchauffement sont prédites (Référence 6), ainsi que des pertes de glaces de mer, de neige et de pergélisol (Référence 16).

Déjà, les températures moyennes annuelles dans le Nord-Est sont de 2 °C (4 °F) de plus que par le passé, en particulier le long du littoral en Nouvelle-Angleterre (Référence 22). Même si une bonne partie de la région atlantique a connu un léger refroidissement (Référence 14), une tendance au réchauffement de 0,6 °C a été constatée dans les provinces du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse au cours du dernier siècle (Référence 34). La hausse des températures minimums a été le double de celle des températures maximums, et a été plus forte pendant les mois d'hiver, ce qui est conforme aux prévisions du IPCC.

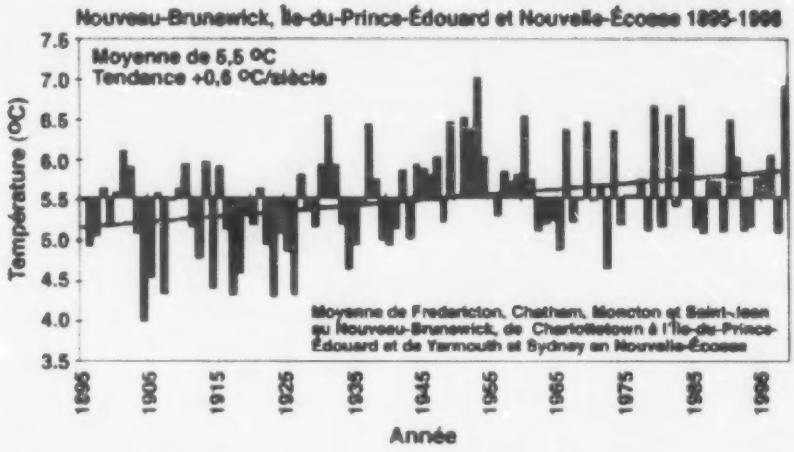

Figure 3-5 Températures moyennes annuelles dans les trois provinces Maritimes canadiennes
Source : Sutherland and Lines (Référence 34).

3.3.2 Précipitations

Le troisième rapport d'évaluation du IPCC prédit aussi des précipitations accrues au-dessus des moyennes à de hautes latitudes. La variabilité des précipitations devrait augmenter, d'où la possibilité de quantités de précipitations plus extrêmes (Référence 22). Par exemple, une région donnée pourrait connaître une sécheresse pendant quelques années et de fortes pluies d'autres années et maintenir les mêmes quantités moyennes de précipitations.

Les deux modèles de simulation pour la région du Nord-Est – NAST montrent des variations globales de précipitations de magnitudes différentes comparativement aux moyennes du dernier siècle, soit des hausses modestes ou neutres (modèle canadien) ou des hausses atteignant 25 % (modèle Hadley) (Figure 3-6).

Figure 3-6 Variation des précipitations dans la région Nord-Est aux X^{x}e et XX^{1}e siècles

La variation des précipitations observée au cours du dernier siècle est un ensemble de hausses et de réductions modestes. Selon le scénario du modèle canadien pour le prochain siècle, les tendances sont presque neutres ou les hausses sont modestes. Le modèle Hadley prévoit des hausses de près de 25 % pour la région. Source : National Assessment Synthesis Team (NAST) (Référence 22).

3.3.3 Augmentation du niveau de la mer

La hausse mondiale du niveau de la mer est causée principalement par l'expansion de l'eau de la mer à mesure que les températures augmentent ainsi que par l'apport des nappes glaciaires polaires et les glaciers alpins. Le niveau de la mer a déjà augmenté de 0,5 mètre au cours du dernier siècle (Référence 26) et le troisième rapport d'évaluation du IPCC prédit une hausse du niveau de la mer de 0,09 à 0,88 mètre au cours des cent prochaines années. (Cette prévision est plus faible que celle du deuxième rapport d'évaluation du IPCC en raison de la modélisation améliorée qui réduit la contribution prévue des glaciers et des nappes glaciaires).

La vulnérabilité d'une zone littorale à la perturbation matérielle causée par la hausse du niveau de la mer est fonction de l'élévation du rivage, de la facilité d'érosion de la côte et de la force de l'action des vagues. Ces facteurs de risque supposent que de grandes zones des rivages de la région du Nord-Est sont du moins très vulnérables aux effets de la hausse du niveau de la mer, en particulier les milieux humides côtiers, les marais salants et les estrans vaseux intertidaux, les rivages sablonneux et les îles-barrières basses (Références 26 et 35).

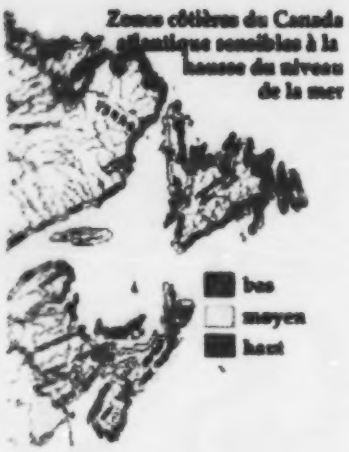

Figure 3-7 Zones côtières du Canada atlantique sensibles à la hausse du niveau de la mer

Les trois principales régions très sensibles comprennent les littoraux qui ont un bas relief ou une faible résistance à l'érosion, qui sont exposés aux fortes amplitudes de la marée ou aux niveaux élevés d'énergie des vagues ou qui sont des secteurs connaissant une hausse relativement rapide du niveau de la mer. Aux Maritimes, la hausse des niveaux de la mer peut avoir un impact sur les ouvrages et les activités humaines. Les inondations et la rupture de barrage dans la baie de Fundy suscitent particulièrement de l'inquiétude. Source : Ressources naturelles Canada, J. Shaw, 1998 (Référence 26).

C'est au Canada atlantique que l'on trouve la plus grande longueur de littoral sensible au Canada (Figure 3-7) (Référence 26). Sa vulnérabilité à la hausse du niveau de la mer est accrue dans les provinces atlantiques par l'affaissement du sol, un phénomène qui se produit à un taux de 0,3 m par siècle à mesure que la région s'adapte à l'enlèvement du poids des glaciers pendant la dernière ère glaciaire (Référence 26). La vulnérabilité d'une bonne partie du littoral de la Nouvelle-Angleterre est relativement faible, grâce à la pente côtière rocheuse escarpée et à la grande amplitude naturelle de la marée (Référence 35). Cependant, la forte densité démographique dans le sud des États de la Nouvelle-Angleterre, accompagnée d'investissements dans les habitations et l'infrastructure, augmente les risques relatifs d'accroissement du niveau de la mer dans cette partie de la région (voir la figure 3-8).

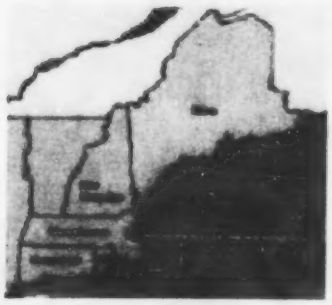

Figure 3-8 Carte de l'indice de vulnérabilité côtière (IVC) pour le littoral atlantique américain

L'IVC montre la vulnérabilité relative du littoral aux changements dus à la hausse du niveau de la mer. Une cote de risque faible à élevé est attribuée aux régions le long du littoral, d'après l'analyse des variables physiques qui contribuent aux changements côtiers. L'IVC est dérivé du document Shaw, et est comparable aux sensibilités indiquées dans la figure 3-9. Source : Theiler et Hammer-Klose (Référence 35).

3.3.4 Tempêtes

Les extrêmes météorologiques sont caractéristiques de la région du Nord-Est et peuvent avoir des effets désastreux. Par exemple, chaque année, la province de Québec prévoit au moins une importante inondation, une période de sécheresse, une vague de chaleur, de nombreuses tempêtes d'hiver, plus de 100 grosses tempêtes d'été et au moins une vague de froid (Référence 13). La plupart de ces événements ont des effets sur les écosystèmes, l'infrastructure et les activités économiques.

La région du Nord-Est a connu, au cours des cinq dernières années, plusieurs événements météorologiques extrêmes qui ont entraîné les conditions suivantes :

- sécheresse en 1995;
- 460 mm (18 po) de pluie à Portland, au Maine, en 1996;
- une inondation désastreuse de la rivière Saguenay au Québec en 1996;
- une tempête de verglas paralysante dans le sud du Québec et dans le nord de la Nouvelle-Angleterre en 1998;
- une forte onde de tempête le long des rives du détroit de Northumberland en janvier et octobre 2000.

Le National Assessment Synthesis Report précise que, pour le Nord-Est, les changements climatiques diminueront probablement le nombre de certains extrêmes météorologiques, tout en en augmentant d'autres. Au cours du prochain siècle, les chutes de neige en hiver et les périodes de froid extrême devraient diminuer. Par contre, les fortes précipitations se sont accrues et le réchauffement continuera cette tendance (Référence 22). Les vagues de chaleur et les sécheresses qui en découlent pourraient être beaucoup plus fréquentes et plus intenses pendant les mois d'été (Références 13 et 22).

Les changements potentiels de l'intensité et de la fréquence des ouragans suscitent des inquiétudes, mais ils demeurent un domaine d'incertitude (Référence 22). Le changement du moment où se produisent les événements saisonniers présente des problèmes potentiels pour la région du Nord-Est.

Tempêtes d'hiver

Les observations historiques au cours du dernier siècle révèlent une augmentation du nombre de tempêtes d'hiver dans l'hémisphère nord survenues en même temps que l'accroissement des températures mondiales (Référence 16). La corrélation pourrait indiquer une intensité accrue de la dissipation de l'énergie atmosphérique accumulée, déclenchée par les courants de convection entre les régions équatoriales qui sont plus chaudes et les régions du nord plus froides. Cependant, l'incertitude demeure par rapport au lien causal entre ces observations.

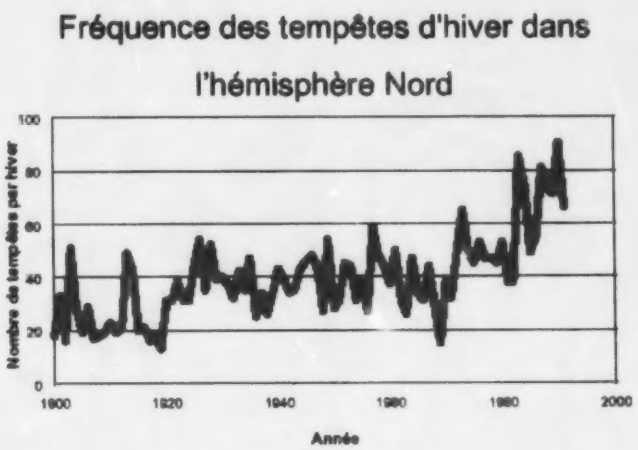

Figure 3-9 Température mondiale et fréquence des tempêtes d'hiver intenses au cours du dernier siècle

Cyclones d'hiver extratropicaux intenses dans l'hémisphère nord : 1899-1991. Source : Environnement Canada et données de S.J. Lambert (Référence 10).

La modélisation par le Centre climatologique canadien pour la modélisation et les analyses prévoit un changement mondial dans l'intensité des tempêtes d'hiver dans l'hémisphère nord, ainsi qu'un accroissement du nombre de tempêtes extra-tropicales et modérées et une diminution du nombre de tempêtes modérées (Référence 10).

Ondes de tempête

Les ondes de tempête ont lieu lorsque les effets des vents de tempête sont ajoutés aux marées qui sont déjà hautes. Les vagues qui en résultent peuvent inonder des ouvrages longitudinaux, et endommager les bâtiments et l'infrastructure côtière. En janvier 2000, les ondes de tempête des vents d'ouragan alliés à la glace de mer ont endommagé des quais et des maisons côtières au Nouveau-Brunswick, et de puissantes vagues ont endommagé des maisons dans le sud-ouest de Terre-Neuve (Référence 4). La hausse du niveau de la mer augmente les risques et les effets des ondes de tempête.

3.3.5 Réductions de la glace de mer

Le IPCC prévoit que l'épaisseur de la glace de mer diminuera d'un tiers dans les hautes latitudes et que ces glaces se perdront complètement dans des régions comme le golfe du Saint-Laurent et le détroit de Northumberland, possiblement affectant le Québec, l'Île-du-Prince-Édouard, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse (Référence 18).

3.4 Effets possibles des changements climatiques

L'écologie et l'économie du Nord-Est ne sont pas homogènes; les effets potentiels des changements climatiques pourraient donc varier dans l'ensemble de la région du Nord-Est. Le niveau de risque des effets dépend entièrement de la résistance, des sensibilités et des vulnérabilités de l'écologie d'une région (Référence 19), et des interactions entre ses systèmes physiques et ses facteurs socioéconomiques comme la densité démographique et les investissements dans les habitations et l'infrastructure. Ainsi, les effets potentiels et les réactions liées aux changements climatiques varient dans l'ensemble de la région.

3.4.1 Érosion côtière

La hausse du niveau de la mer et les ondes de tempête entraîneraient une érosion accrue dans certaines zones côtières de la région du Nord-Est. La côte de la province de l'Île-du-Prince-Édouard, avec ses falaises de substrat rocheux, ses barrières sablonneuses et ses dunes côtières est particulièrement vulnérable à l'érosion (Référence 14).

Les îles-barrières sont aussi assujetties à une érosion accrue à la suite de la hausse du niveau de la mer. Les plus grandes îles-barrières dans la région du Nord-Est se trouvent le long du littoral du détroit de Northumberland du Nouveau-Brunswick et au Massachusetts (Référence 18). L'érosion naturelle des îles-barrières cause un débordement; le matériau d'érosion sur le côté de la mer est déposé sur la face sous le vent de l'île, faisant effectivement reculer l'île vers la terre (Référence 45). Au Nouveau-Brunswick, l'érosion menace les zones récréatives et les écosystèmes sensibles des lagunes et des rives protégées.

3.4.2 Réductions de la glace de mer

La majeure partie de l'érosion côtière se produit en hiver, lorsque les plus fortes tempêtes dans l'ensemble de la région créent une action des vagues à plus haute énergie. En présence de la glace de mer, le littoral est protégé contre les effets érosifs de ces tempêtes parce que la glace tempère les vagues. Les réductions de la glace de mer dans les régions de moyennes à hautes latitudes de la région accroissent la vulnérabilité à l'érosion des rives à l'Île-du-Prince-Édouard et le long du fleuve Saint-Laurent au Québec (Référence 14).

La réduction de la glace de mer pourrait favoriser certaines activités humaines, cependant. Cependant au Canada atlantique, des périodes plus longues de jours sans glace favoriseraient le transport maritime et l'industrie du gaz et du pétrole offshore (Référence 14).

3.4.3 Milieux humides côtiers et estuaires

Les milieux humides côtiers et les estuaires assurent un habitat, ainsi que des zones d'alevinage et d'alimentation pour la faune et le poisson, et contribuent à purifier les écoulements de surface. Dans le Nord-Est, la perte des milieux humides se produit déjà à un rythme de 7 % par année. Avec la hausse du niveau de la mer, le taux de perte pourrait s'accroître. Les milieux humides se déplacent naturellement vers l'intérieur si le niveau de la mer augmente, mais certains ne peuvent pas se déplacer en raison de la présence de barrières comme une élévation côtière plus élevée ou un aménagement plus intense. Les zones les plus vulnérables à la perte de milieux humides à la suite de la hausse du niveau de la mer sont les marais salants le long du littoral de la baie de Fundy (Référence 18).

La salinité pourrait s'intensifier à la suite de la hausse du niveau de la mer ou de la diminution des écoulements d'eau douce. La salinité accrue et la température dans les estuaires et les milieux humides ont des effets significatifs sur la santé

des organismes aquatiques, et risquent très probablement d'accroître les effets de stress subis déjà par ces systèmes dans la région du Nord-Est en raison de la pollution atmosphérique et de l'eau, et des écoulements urbains (Référence 22). Ces changements pourraient aussi avoir des répercussions sur les pêches côtières (section 3.4.7).

Oiseaux migrateurs

Les variations de température risquent de modifier les répartitions des oiseaux migrateurs. Les oiseaux marins suivent les espèces alimentaires et subiront les effets des changements de la distribution des espèces aquatiques côtières, et des modifications des milieux humides côtiers et des estrans vaseux. Les fluctuations des niveaux d'eau dans les milieux humides estuariens et d'eau douce pourraient altérer la disponibilité de l'habitat essentiel saisonnier. Certaines zones de reproduction le long du littoral, comme les îles Funk, au large de la côte est de Terre-Neuve, sont susceptibles d'être abandonnées en raison de tempêtes et d'action des vagues accrues (Référence 14).

3.4.4 Effets de la hausse du niveau de la mer sur l'infrastructure

L'érosion côtière et le risque de dommages causés par les inondations et les ondes de tempête ajoutés à la hausse du niveau de la mer augmentent les risques pour les infrastructures comme les routes, les usines d'épuration des eaux usées, les centrales électriques, les aménagements récréatifs et les habitations. Dans toute la région du Nord-Est, les régions métropolitaines aménagées sont les plus vulnérables en raison des coûts et des pertes matérielles potentiels (Référence 22).

Dans les régions urbaines, la hausse du niveau de la mer pourrait affecter les ports et la densité démographique ainsi que les modes d'utilisation des terres côtières. Bon nombre de villes dans la région du Nord-Est ont des zones historiques semblables, ainsi qu'une infrastructure vulnérable, qui pourraient subir les effets de la hausse du niveau de la mer. Par exemple, l'Île-du-Prince-Édouard a une industrie touristique prospère qui gravite autour des plages, et qui pourrait être menacée par la hausse du niveau de la mer, comme les bâtiments historiques et l'infrastructure de la ville capitale de Charlottetown, qui sont construits directement sur le rivage.

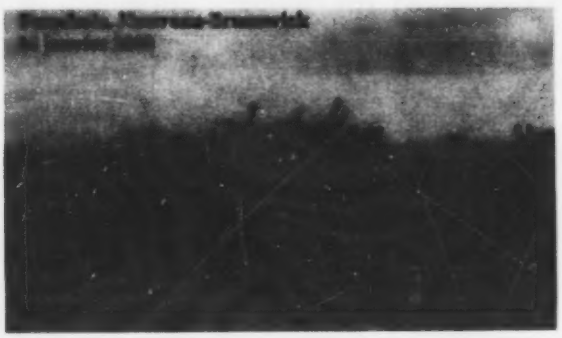

Figure 3-10 Dommages causés par l'onde de tempête au quai du gouvernement à Barachois, Nouveau-Brunswick, le 26 janvier 2000

Les vents violents et les fortes marées de la saison ont causé une onde de tempête qui a frappé presque toute la région longeant le détroit de Northumberland, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard. L'action des vagues et la glace de mer ont détruit des quais, inondé des maisons et des commerces, et soulevé des chalets. La tempête a aussi créé la plus haute vague à frapper Terre-Neuve depuis 1929, une fausse lame anormale de 15 à 18 mètres de haut se déplaçant à une vitesse de 90 à 110 km/h. Elle a causé des dommages évalués à plusieurs millions de dollars. Source : Environnement Canada (Référence 4).

Même dans les régions non urbaines, l'infrastructure essentielle comme les ponts, les routes, les tunnels et les quais sont à risque. Là où des îles-barrières sont aménagées pour les habitations et des installations de loisirs, comme dans certains États de la Nouvelle-Angleterre, le procédé de débordement naturel est perturbé et peut créer de l'érosion sur le côté de la mer et des inondations sur la face sous le vent des îles (Référence 45). Même si certains ouvrages de protection peuvent être aménagés, comme des ouvrages longitudinaux ou l'accroissement des élévations des îles, les pertes matérielles risquent d'être substantielles.

3.4.5 Événements météorologiques extrêmes

L'intensité accrue des tempêtes accroît les risques d'inondation, d'ondes de tempête, d'érosion et de dommages matériels pour les villes côtières et l'infrastructure portuaire de la région du Nord-Est.

Vagues de chaleur

Les vagues de chaleur en été sont une caractéristique du climat dans la région du Nord-Est. Les vagues de chaleur influent directement sur la santé humaine, l'agriculture, la forêt, les loisirs, l'approvisionnement en eau et l'utilisation de l'énergie (Références 13 et 22).

Tempêtes d'hiver

Il est prévu que l'intensité des tempêtes d'hiver augmentera dans l'ensemble de l'hémisphère nord. Cet accroissement conjugué avec les hausses prévues de température dans la région du Nord-Est est susceptible d'accroître l'incidence des tempêtes de précipitations lorsque la température fluctue autour du point de congélation et créer des tempêtes de verglas, des inondations causés par la pluie sur le sol gelé ou les dégels hâtifs qui peuvent causer des embâcles (Section 3.4.5) (Références 13, 14 et 22).

Les tempêtes de verglas se produisent lorsque les températures se situent près du point de congélation pendant une tempête en hiver. Ce phénomène n'est pas rare dans les parties sud de la région du Nord-Est. Les prévisions de température pour la région du Nord-Est indiquent des hivers plus doux, ce qui risque d'accroître la fréquence des tempêtes de verglas et des dommages connexes comme les pannes de courant, et les dommages matériels et aux écosystèmes.

La tempête de verglas de janvier 1998 qui a frappé l'Ontario et le Québec, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse et qui s'est étendue aux États de la Nouvelle-Angleterre a été la plus grosse catastrophe naturelle jamais enregistrée au Canada. La quantité de précipitations a été le double des quantités normales et s'est poursuivie deux fois plus longtemps que la moyenne. À Montréal, au Québec, l'équivalent de plus de 100 mm de précipitations est tombé pendant un total de plus de 80 heures sur une période de cinq jours.

La tempête a grandement dépassé les prévisions des organisations des mesures d'urgence. Quatre millions de personnes au Canada se sont retrouvées sans électricité, 700 000 au cours de la troisième semaine après la tempête. Vingt-cinq personnes sont mortes, la plupart d'hypothermie. Les pertes matérielles en Ontario et au Québec ont été évaluées à un milliard de dollars canadiens. Il a fallu procéder à d'importants travaux de reconstruction du réseau électrique dans le sud de l'Ontario et au Québec.

Les agriculteurs de la région frappée par la tempête ont perdu du bétail et des cultures entreposées en raison des pannes d'électricité, et la glace a endommagé des forêts et des érablières (Le Québec produit 70 % de l'approvisionnement mondial). Ces agriculteurs continueront de ressentir les effets de cette tempête pendant des années à venir (Référence 21).

3.4.6 Ressources en eau douce et milieux humides

La variation accrue des précipitations et des régimes de température, soit pour le moment de la saison ou à l'intérieur de la saison, pourrait influer sur les débits des rivières, les écoulements saisonniers et la fonction des milieux humides. Les changements des caractéristiques normales des débits et des milieux humides pourraient avoir des impacts importants sur l'utilisation humaine et les écosystèmes. Dans les régions rurales de la région du Nord-Est, une bonne partie de la population dépend de l'eau souterraine pour ses besoins domestiques (Référence 14). D'après la modélisation, le débit de la plupart des rivières au Québec augmenterait de 5 à 20 % (Référence 13). Les altérations des écoulements et du débit peuvent menacer l'infrastructure, qui est construite pour soutenir les niveaux de débit historique (Référence 14).

Augmentations saisonnières des écoulements

L'accroissement de la quantité de neige en hiver pourrait affecter les écoulements en hiver ou au printemps, ou les deux selon les températures. Ce phénomène pourrait avoir des résultats bénéfiques ou désastreux (Référence 14). La fonte des neiges ou la pluie lorsque le sol est encore gelé sont suivies par des écoulements rapides car l'eau n'est pas captée dans le sol et dans les aquifères. Cette situation peut entraîner des problèmes d'approvisionnement en eau plus tard au cours de l'année (Référence 22).

Les embâcles peuvent être plus fréquents à la suite des écoulements accrus au début du printemps. Ils peuvent endommager les réseaux d'égout, les routes, les installations hydroélectriques et les propriétés, et nuire à la navigation et à la production d'hydroélectricité (Référence 18). Dans l'ensemble du Canada, les embâcles coûtent à l'économie environ 60 millions de dollars (canadiens) chaque année (Référence 14).

Diminutions du débit

Les effets ne seront peut-être pas les mêmes dans toute la région du Nord-Est. Même s'il est prévu que le Québec connaîtra un débit fluvial accru, la diminution des débits du fleuve Saint-Laurent qui draine le Canada central et l'Ontario ainsi que le Québec, devrait atteindre 34 %. En 2000, le fleuve Saint-Laurent et les Grands Lacs qui l'approvisionnent ont atteint les plus bas niveaux jamais connus (Référence 18). Les réductions des débits peuvent poser d'énormes risques pour les approvisionnements en eau et la capacité de production d'hydroélectricité, et accroître la demande pour l'irrigation agricole et l'eau pour les procédés de traitement de l'eau. Les faibles niveaux d'eau influent aussi sur l'habitat, les loisirs et la navigation.

Milieux humides
Les milieux humides font fonction de tampons de précipitations, absorbant les écoulements et emmagasinant l'eau pour libération lente lors de faibles précipitations. Les variations qui augmentent la variabilité des niveaux d'eau des milieux humides influeront sur leur fonctionnement – y compris les services matériels comme la protection contre les inondations et les procédés biologiques comme l'emmagasinement de carbone, le nettoyage de l'eau, l'habitat de la sauvagine et de la faune (Référence 18).

3.4.7 Pêches côtières

Les facteurs naturels et l'activité humaine affectent les populations de poissons, mais il est difficile d'évaluer leurs impacts relatifs. Les courants océaniques convergents sont cruciaux pour une pêche hauturière traditionnellement productive dans la région du Nord-Est. Les changements climatiques pourraient tôt ou tard altérer les courants océaniques, qui sont des éléments clés pour les températures de l'eau océanique et les débits de nutriments. Les processus océaniques sont toutefois complexes, et il règne une grande incertitude dans cette région.

Près de la côte, il se peut que la productivité biologique globale demeure inchangée, ou même qu'elle soit améliorée par les changements climatiques, mais la structure locale et la fonction des écosystèmes risquent d'être altérées. La plupart des espèces aquatiques peuvent s'adapter aux changements dans les débits de nutriments et la circulation océanique en modifiant leur répartition, leur zone de frai et leurs habitudes de migration. La température de l'eau a un effet profond sur les taux de croissance des espèces et le succès du recrutement, susceptibles d'influer positivement sur les changements climatiques. Les températures plus chaudes de l'eau pourraient stimuler la migration des espèces commerciales, comme le homard, qui a besoin de températures fraîches, vers de nouvelles régions. Les réductions de la glace de mer pourraient avoir des effets négatifs sur certaines espèces côtières (Références 14 et 20). Les températures plus chaudes pourraient aussi attirer de nouveaux prédateurs et organismes dans la région du Nord-Est.

Les pêcheurs ont suffisamment de souplesse pour aller dans de nouvelles zones de pêche, mais transférer l'effort de pêche vers une nouvelle espèce, peut exiger d'importants investissements dans de l'équipement. De même, la transformation à terre et la fabrication peuvent subir des effets négatifs à la suite de changements des populations de poissons. L'effondrement des stocks de poisson de fond dans les années 1990 a fait ressortir les effets socioéconomique des pêches dans la région du Nord-Est.

3.4.8 Pergélisol et écosystèmes de la toundra et du taiga

Le pergélisol est la présence pendant toute l'année de glace dans le sol et est une caractéristique des régions sub-arctiques et arctiques de la région du Nord-Est. Il peut prendre la forme de plaques isolées aussi bien que de pergélisol continu d'un contenu en glace de 20 % dans les parties de plus hautes latitudes du Québec et du Labrador (voir figure 3-11). Le mouvement prévu vers le nord des zones climatiques comprend le déplacement de la limite du pergélisol du sud pouvant atteindre 500 km d'ici le milieu du siècle. Les prévisions mondiales annoncent une perte d'un à deux tiers des écosystèmes de la toundra et du taiga du monde (Référence 18).

Figure 3-11 Effets de la fonte du pergélisol dans la région du Nord-Est

Les effets de la fonte du pergélisol seront plus prononcés dans les régions riches en pergélisols, dont le sous-sol est constitué de sols organiques et à texture fine. Selon la carte 2, l'effet peut être modéré à élevé sur une grande partie de la région ayant un pergélisol plus chaud (région sud avec –2 oC isotherme). Source : Ressources naturelles Canada, S. Smith (Référence 27)

Effets physiques

La fonte du pergélisol sur de grandes régions du Québec et du Labrador auraient des effets profonds dans les zones altérées. Les effets physiques comprennent l'affaissement du sol de la charge de sédiments dans les rivières et les lacs. L'hydrologie pourrait être altérée radicalement. Le drainage des lacs et des étangs pourrait changer parce qu'une couche active plus profonde de pergélisol permettrait la pénétration et l'emmagasinement dans le sol. Les vastes tourbières du nord, dont bon nombre reposent sur le pergélisol continu ou discontinu pourraient devenir des sources de méthane, plutôt que des puits pour le carbone atmosphérique. L'intégrité des fondations (pipelines, ponts et bâtiments), des projets hydro-électriques, des ouvrages de contrôle de l'eau, des ponts de glace, des résidus miniers serait diminuée (Références 13, 18 et 27).

Effets biologiques

La structure et le fonctionnement de l'écosystème seraient perturbés, ce qui aurait des effets sur la faune et l'infrastructure. Les pertes de la toundra au Québec et le Labrador entraîneront de grandes perturbations ou la disparition complète d'habitats de reproduction et de fourrage des mammifères, allant des orignaux aux lemmings, et de multitudes d'oiseaux migrateurs. Le mode de vie de subsistance des indigènes du nord comme les Innus, les Cris et les Naskapis dépend de la faune et serait grandement compromis(Références 6 et 18).

3.4.9 Forêts

Les forêts de la région du Nord-Est couvrent 1,3 million de km^2 (Références 33 et 41) et leurs configurations varient de vastes forestières à des petits boisés agricoles. Ces forêts font partie de l'identité du Nord-Est et ont un rôle clé à jouer, fournissant une écologie et des ressources distinctes pour des activités économiques importantes comme la foresterie pour

les pâtes et papiers et les biocombustibles, les activités touristiques comme les excursions, le ski et les visites d'observation des feuillages d'automne, et la production de sucre d'érable. La vitalité de la forêt dépend du climat, des sols et des incendies. Les forêts sont résistantes à la perturbation, mais elles sont limitées dans leur capacité de réagir aux changements rapides et d'envergure. Les plantes et les sols des forêts offrent un puits de carbone important dans les cycles de carbone mondiaux.

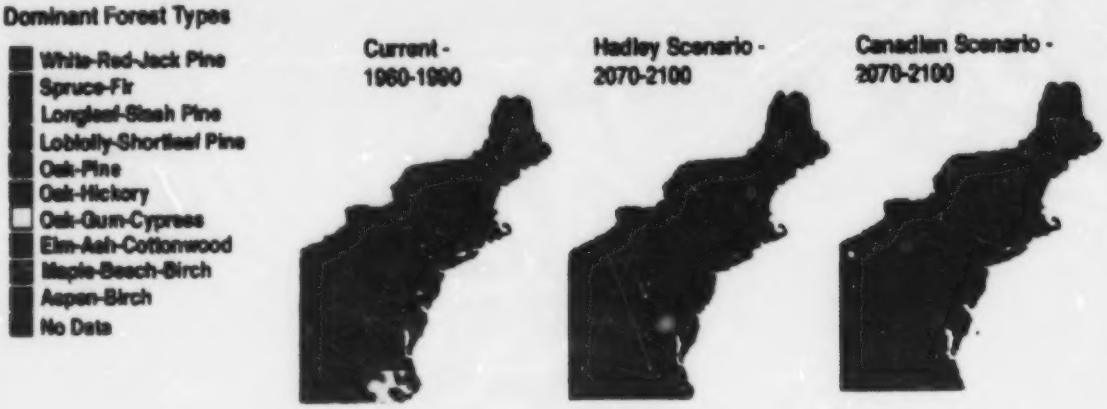

Figure 3-12 Types de forêts dominants dans la région du Nord-Est – NAST

Les cartes indiquent les essences d'arbres existantes et futures dans la région du Nord-Est, d'après le modèle DISTRIB. Veuillez noter que l'érable, le hêtre et le bouleau, des essences dominantes dans la région, sont totalement remplacés par d'autres essences dans les scénarios Hadley et de climat canadien. Source : National Assessment Synthesis Team (NAST) (Référence 22).

Migration des essences d'arbres

Les changements pouvant survenir dans les forêts de la région sont liés aux zones d'incertitude dans les prévisions climatiques. Les prévisions générales de changements dans le régime de température et du déplacement des conditions climatiques vers le nord peuvent sembler au début comme des éléments positifs pour les forêts. Un climat plus chaud et une plus grande quantité de dioxyde de carbone peut influencer le taux de croissance des arbres et leur capacité d'absorber les nutriments du sol (Références 6 et 18). Cependant, la migration réelle des arbres serait probablement limitée par la qualité des sols et par la rapidité des changements climatiques.

Stress accrus

Si le taux des changements climatiques est rapide, les essences d'arbres pourraient subir du stress et devenir plus vulnérables aux maladies et aux insectes. De grandes régions des forêts de la région du Nord-Est connaissent déjà une perturbation, en raison de l'aménagement, de l'exploitation forestière et des pluies acides. Ces stress réduisent davantage la capacité des arbres individuels, des zones forestières et des espèces de s'adapter aux changements climatiques (Références 6, 14 et 22).

Même si les forêts de la région du Nord-Est peuvent s'adapter et migrer, les essences d'arbre sont probablement susceptibles à un plus grand danger si le climat est plus variable et si le nombre d'événements météorologiques comme les vents forts, la sécheresse et les dommages causés par les glaces est plus élevé. Le gel tardif ou hâtif, et les dégels prolongés

risquent d'endommager les feuillus dans les régions du sud. Si la quantité des précipitations diminue, la durée des saisons d'incendie de forêt augmentera probablement et les incendies de forêt seront plus fréquents et de plus grande portée. Lors d'un réchauffement, la durée, la gravité et la gamme des poussées d'insectes et de maladies peuvent s'accroître (Références 6, 14 et 27).

Les pertes dans les forêts causées par tous ces stress peuvent être d'une plus grande envergure que toute amélioration du taux de croissance résultant de plus fortes concentrations de C_o2 et des températures plus chaudes. La région du Nord-Est pourrait connaître une mortalité massive des arbres, ce qui risquerait de libérer une grande quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Référence 18). Ces effets sévères sont plus susceptibles d'apparaître là où les essences d'arbres sont aux limites de leur répartition géographique normale.

Altérations par rapport aux espèces animales

Les forêts ne sont pas uniquement des arbres. Les animaux doivent s'adapter aux effets des changements climatiques même si la forêt demeure intacte. Les variations des précipitations en hiver peuvent avoir de grandes répercussions sur l'équilibre des populations des espèces comme le chevreuil et ses prédateurs. Si l'habitat forestier pour la faune est perdu, la biodiversité régionale sera sans doute réduite également.

Effets sur la foresterie

L'industrie forestière est une importante activité économique dans des parties de la région du Nord-Est. Les techniques forestières et d'aménagement forestier améliorées peuvent aider l'industrie à s'adapter aux changements climatiques. La reforestation avec des essences d'arbres qui s'adaptent aux changements climatiques peut être avantageuse et peut préserver l'habitat de la faune également. La surveillance accrue de la santé de la forêt peut donner des signes précoces des changements (Référence 14). Les forces du marché ont une grande influence sur la foresterie. Des changements dans les marchés et la consommation des produits du bois peuvent survenir et sont difficiles à prédire. Les usages de terrain pourraient passer d'agricoles à forestiers, selon la valeur économique dans ces secteurs au fur et à mesure que le climat évolue (Référence 22).

3.4.10 Agriculture

Les variations quotidiennes des conditions météorologiques ont un effet profond sur l'agriculture là où la production est souvent réalisée en quelques mois. Les prévisions des changements climatiques et d'une tendance au réchauffement, avec des concentrations plus élevées de dioxyde de carbone atmosphérique et une plus longue saison de croissance, pourraient favoriser les activités agricoles, mais uniquement si les nutriments du sol et l'humidité sont disponibles pour soutenir des taux de croissance des plantes plus rapides (Référence 22).

Les interactions de température et les niveaux de précipitations peuvent être critiques :

- L'excès d'humidité peut causer plus de maladies, surtout si les températures sont fraîches;
- De faibles concentrations d'humidité et des températures plus élevées exigeraient plus d'irrigation et pourraient ultérieurement accroître la salinité des sols.

Si le moment de la saison varie, comme des printemps exceptionnellement tardifs, des gels hâtifs ou de mauvaises conditions en hiver, la plantation et la récolte peuvent être affectées négativement. Pendant la variation saisonnière, des tempêtes exceptionnellement fortes augmentent le stress sur les plantes et les animaux agricoles, et les rendent plus susceptibles aux parasites. En retour, les populations de parasites peuvent augmenter ou être majorées par la migration de nouveaux parasites et maladies d'autres régions.

Les agriculteurs peuvent limiter leur vulnérabilité un peu en choisissant différentes espèces et variétés de bétail et de cultures. L'application de meilleures méthodes de gestion, d'irrigation et de drainage des sols, peut améliorer l'efficacité fonctionnelle (Références 6 et 22).

3.4.11 Loisirs et tourisme

Les loisirs et le tourisme sont parmi les plus importantes industries dans la région du Nord-Est et les ressources naturelles dont ces industries dépendent sont un élément important de la qualité de vie des résidants. Les étés plus chauds et plus longs rendraient les lacs, les rivières et les plages plus attrayants, alors que l'érosion côtière causée par la hausse du niveau de la mer et les tempêtes d'hiver peut réduire les possibilités de loisirs sur les plages. Les populations plus nombreuses d'insectes comme les moustiques sont liées à des quantités plus élevées de précipitations et à des températures plus élevées. Les températures plus chaudes atténuent les couleurs pour les visites d'observation du feuillage à l'automne. Une quantité réduite de précipitations et des températures plus douces en hiver nuiront au tourisme et aux loisirs, parce qu'elles réduiront la couverture de neige et augmenteront les coûts, surtout dans les parties sud de la région du Nord-Est. Les changements dans les forêts nuiront au tourisme et aux activités de loisirs en hiver, qui contribuent largement à l'économie régionale du Nord-Est (Références 6 et 22).

3.4.12 Santé humaine et effets sociaux

Les changements climatiques peuvent aggraver les effets sur la santé si les conditions de stress sont plus fréquentes et plus intenses. La fréquence accrue des vagues de chaleur en été peut avoir un certain nombre d'effets négatifs sur la santé humaine, comme le stress dû à la chaleur et l'accroissement de la pollution atmosphérique et de l'ozone troposphérique dans les régions urbaines, en raison d'une plus grande utilisation d'énergie pour la climatisation. La circulation des pollens et d'autres allergènes, et une plus grande quantité de polluants provenant d'une plus grande quantité d'énergie peuvent réduire la qualité de l'air, surtout dans les régions urbaines. Cette situation aggraverait les maladies respiratoires, la détresse, l'asthme et les crises d'allergie (Référence 6 et 22).

Les hivers plus doux peuvent faire augmenter le nombre d'hôtes et de vecteurs de maladies d'insecte ainsi que la migration d'un plus grand nombre de maladies à transmission vectorielle (p. ex. la maladie Lyme, le virus de l'encéphalite du Nil occidental et la malaria). Toutefois, l'impact des maladies à transmission vectorielle est grandement influencé par l'état des systèmes de santé publics.

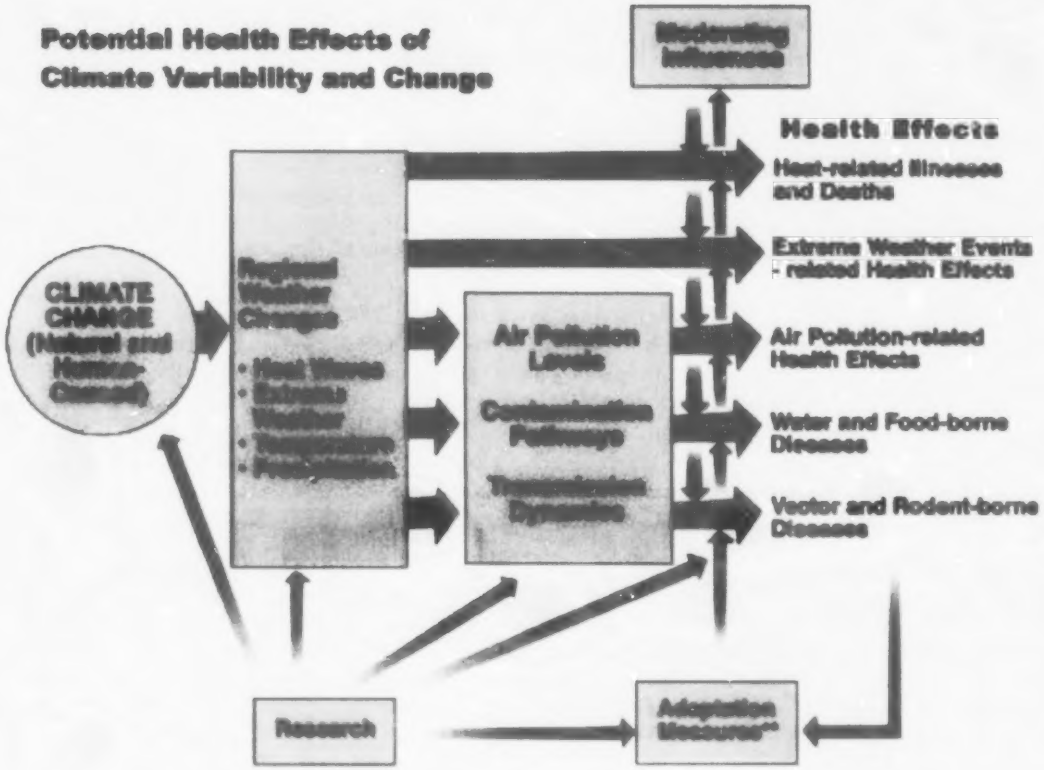

Figure 3-13 Effets de la variabilité et des changements climatiques sur la santé

* Les influences ayant un effet modérateur comprennent les facteurs non climatiques qui ont un impact sur les résultats liés au climat relatif à la santé comme la croissance et les changements démographiques, les normes de vie, l'accès aux soins de santé, l'amélioration des soins de santé et l'infrastructure de la santé publique.

** Les mesures d'adaptation comprennent les mesures prises pour réduire les risques sur la santé comme les programmes de vaccination, la surveillance des maladies, le contrôle, l'utilisation de technologie protectrice comme l'air climatisé, les pesticides, l'épuration/la filtration de l'eau, l'utilisation de prévisions climatiques et le développement de systèmes d'alerte météorologique, de programmes de protection civile et de gestion des urgences et la sensibilisation du public. Source : National Assessment Synthesis Team (NAST) (Référence 22).

3.4.13 Sensibilité des institutions

La capacité de l'infrastructure de la santé publique de réagir déterminera les effets des événements météorologiques extrêmes, des épidémies de parasites ou de maladies. Bon nombre de régions urbaines dans le Nord-Est subissent déjà du stress parce que leur approvisionnement en eau, leurs infrastructures de gestion des déchets et de livraison d'énergie vieillissent ou sont insuffisantes (Référence 22). Les hivers plus doux peuvent diminuer une partie du stress, mais la fréquence accrue des tempêtes de verglas ou des vagues de chaleur risquent d'accroître les effets sur ces systèmes.

La fréquence et la sévérité accrues des tempêtes exerceraient plus de pressions sur les systèmes de réaction sociale requis pour faire face aux impacts comme les inondations et les évacuations. Par conséquent, les impacts secondaires comme une qualité de l'eau amoindrie et des pannes de courant, peuvent être plus fréquents et durer plus longtemps. Les impacts indirects en matière de santé sur tous les segments de la société englobent les niveaux de stress généraux depuis l'incertitude, la perturbation sociale, les pertes matérielles aux coûts de récupération.

En outre, la façon dont les établissements dans la collectivité réagissent mutuellement est un élément critique. La «National Assessment» identifie un cadre complexe d'organismes directeurs officiels et officieux, comme dans la région du Nord-Est - NAST, qui peuvent limiter la capacité de la région à s'adapter aux extrêmes. Des stratégies de planification et de gestion, p. ex. pour les bassins hydrographiques, sont en cours d'élaboration à différents niveaux. Ces stratégies supposent que les établissements doivent identifier et classer en ordre de priorité les installations et populations vulnérables qu'ils servent et ensuite cibler des ressources et appliquer une certaine souplesse pour mieux s'adapter (Référence 22).

3.4.14 Coûts des catastrophes naturelles

Les coûts des pertes attribuables aux catastrophes naturelles, y compris les conditions météorologiques extrêmes, augmentent dans le monde (Référence 5). Les catastrophes causées par les conditions météorologiques comme les ouragans et les inondations entraînent :

- des dommages aux bâtiments et aux propriétés,
- des dommages aux infrastructures de transport, d'eau et d'électricité,
- des souffrances humaines, des blessures, des maladies et des décès,
- des pertes de cultures et de bétail,
- des dommages aux ressources naturelles.

Les effets de cascade d'un événement multiplient les coûts. Par exemple, les inondations nuisent au transport, en causant des retards au transport routier, aérien et ferroviaire, ce qui se traduit par des pertes d'activités commerciales et de productivité. Les approvisionnements en eau peuvent être pollués, présenter des risques pour la santé, ce qui augmente les coûts du système des soins de santé.

Les coûts peuvent se définir en termes monétaires et englober les coûts des réparations, des services d'urgence et des pertes matérielles comme les dommages aux bâtiments ou les pertes de bétail. Les coûts indirects comprennent la perte de revenu et d'emploi en raison des perturbations des activités commerciales et des augmentations des primes d'assurance. Cependant les interventions d'urgence et les réparations des dommages causés par les tempêtes peuvent créer un revenu et des gains d'emploi temporaires (Références 6 et 22).

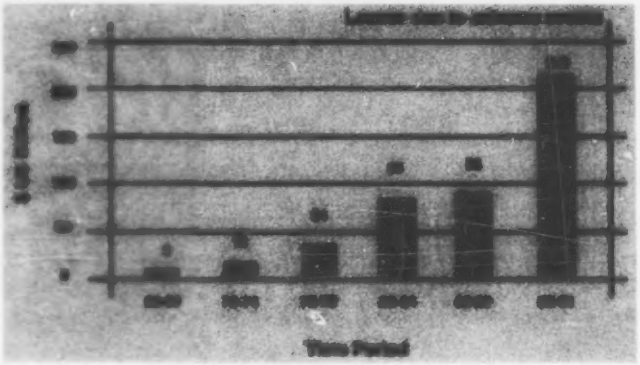

Figure 3-14 Coûts des événements météorologiques extrêmes mondiaux, 1965-1994

Les pertes économiques mondiales dues aux catastrophes naturelles liées à la température ont augmenté considérablement. Cette tendance est grandement influencée par les tendances socioéconomiques, comme les concentrations accrues de population et la valeur des biens-fonds, surtout dans les régions côtières. Toutefois, selon les experts, de tels facteurs démographiques ne peuvent vraisemblablement expliquer totalement les tendances observées. Source : Environnement Canada, Rapports annuels sur les catastrophes naturelles, Munich RE (Référence 5)

Le «US Geological Survey» (Référence 42) a précisé que :

« ... la marge côtière des États-Unis se classe parmi les régions récréatives, génératrices de revenu et d'impôt, et de propriétés de grande valeur et à forte densité démographique les plus peuplées aux États-Unis ».

Ces superlatifs sont un indicateur que les coûts potentiels des dommages causés par des événements météorologiques extrêmes sont élevés. Si le nombre de tels événements augmente, la population peut s'attendre à des coûts d'assurance plus élevés en particulier pour les propriétaires de propriétés côtières.

4. Inventaire des émissions de la région du Nord-Est

L'élément clé de la stratégie des changements climatiques mondiaux est la réduction des émissions de gaz à effet de serre, désignée aussi atténuation des changements climatiques. La première étape à franchir pour réduire les émissions de gaz à effet de serre est la préparation d'un inventaire des sources et des quantités des émissions de gaz à effet de serre. Ensuite, les principales sources des émissions peuvent être identifiées et un plan d'action peut être dressé. Une approche régionale est également utile car des synergies résultent de la production des émissions et des possibilités de réduction.

Les émissions de gaz à effet de serre mondiales pour 1990, le point de référence pour toute réduction des émissions relativement à la Convention cadre des Nations Unies concernant les changements climatiques sont indiquées au tableau 1 (Référence 15). Les chiffres approximatifs des gaz à effet de serre sont habituellement présentés en équivalents d'unités de dioxyde de carbone (Éq. de CO_2) qui évaluent chaque gaz d'après sa contribution relative au réchauffement de la planète (Référence 3).

Les émissions mondiales de gaz à effet de serre primaires
Somme de CO_2, CH4 et N_2O en 1990

	Gaz à effet de serre Éq. tm de CO_2	t par habitant	Population Millions
Total mondial	33 144	6.3	5 292
	Pourcentage		
Océanie*	1.4%	20	23
Canada	1.8%	22	27
Moyen-Orient	3.5%	5.6	206
Japon	3.8%	10	124
Europe de l'Est	4.0%	11	124
Asie de l'Est	4.1%	3.7	370
Afrique	6.6%	3.4	643
Inde**	6.8%	1.9	1 158
Amérique latine	8.6%	6.5	441
Chine +	12.6%	3.3	1 263
Europe occidentale	12.9%	11	375
Ancienne Union soviétique	14.2%	16	289
Etats-Unis	18.8%	25	250

Table 1. Émissions mondiales de gaz à effet de serre primaires

* Océanie, Samoa américaines, Australie, Îles Cook, Fiji, Polynésie française, Guam, Kiribati, Îles Marshall, Micronésie, Nauru, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle Zélande, Niue, Îles Mariannes du Nord, Palau, îles Solomon , Tonga, Vanuatu et Samoa de l'Ouest
** Inde : Bangladesh, Bhoutan, Inde, Maldives, Myanmar (anciennement Burma), Népal, Pakistan et Sri Lanka
+ Chine : Cambodge, Chine, Hong Kong, Corée, République démocratique populaire lao, Macao, Mongolie, Taiwan et Vietnam
Source : Gouvernement du Canada, EDGAR V2.0; Olivier et al. (1996). (Référence 15)

Chaque État de la Nouvelle-Angleterre a dressé un inventaire des émissions de gaz à effet de serre qui identifie les principales sources et crée des points de repère pour des stratégies de réduction (Référence 29). Les provinces canadiennes surveillent aussi les émissions de gaz à effet de serre (Référence 7).

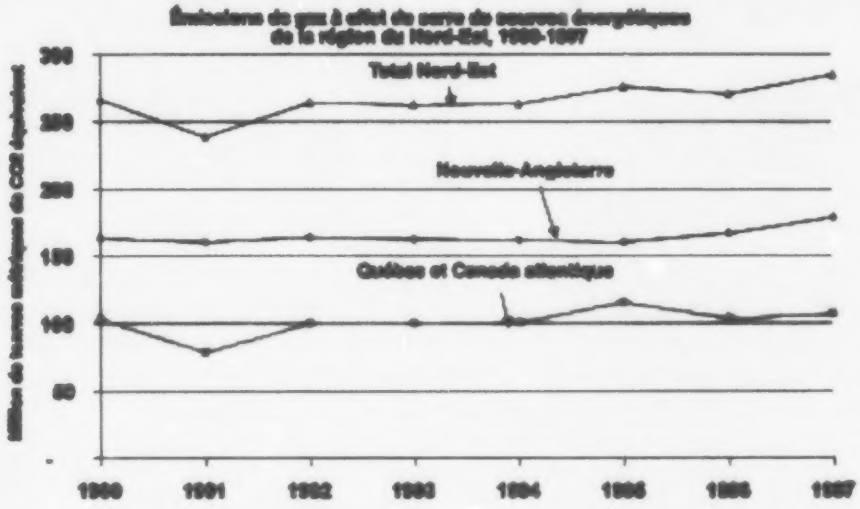

Figure 4-1 Émissions de gaz à effet de serre de sources énergétiques de la région du Nord-Est, 1990-1997
Source : EPA et Environnement Canada.

4.1 Sources énergétiques des émissions

Dans l'ensemble du Nord-Est, 85 % des émissions de gaz à effet de serre proviennent de la combustion des combustibles fossiles pour le transport, l'électricité et le chauffage. Dans la région du Nord-Est, les émissions de gas à effet de serre ont augmenté depuis 1994, comme le montre la figure 4-1. L'inventaire des émissions pour la région du Nord-Est est présenté afin d'identifier les synergies possibles pour la réduction des émissions. Il s'agit par conséquent d'un profil des contributions relatives pour toute la région, plutôt que d'une comparaison entre les administrations.

La Nouvelle-Angleterre représente près de 60 % de la population de la région du Nord-Est; il n'est donc pas surprenant que le total des émissions de la Nouvelle-Angleterre soit supérieur au total combiné des administrations canadiennes.

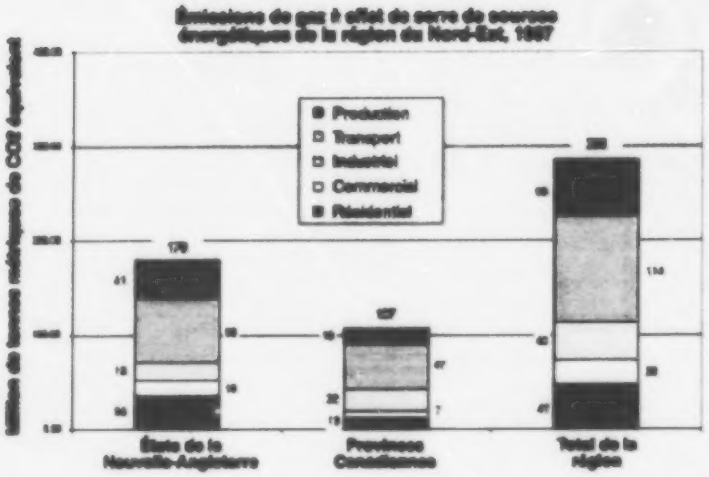

Figure 4-2 Émissions de gaz à effet de serre de sources énergétiques de la région du Nord-Est par secteur, 1997
Source : EPA et Environnement Canada

4.1.1 Transport

La principale source des émissions est le transport qui est plus que le double du deuxième secteur des émissions en importance, soit la production d'électricité. La grande contribution du transport dans toutes les administrations reflète à la fois l'importance du transport dans la région du Nord-Est et la forte dépendance du secteur à l'égard des combustibles fossiles. On n'utilise pratiquement pas d'autres combustibles. Les réseaux de transport de chaque administration étant liés, ce secteur est un point de départ logique d'un effort coordonné à l'échelon régional afin de réduire les émissions.

4.1.2 Production d'électricité

Dans la région du Nord-Est, d'importantes ressources hydroélectriques ont été aménagées, ce qui baisse le total des émissions de la production d'électricité. Le Québec et Terre-Neuve ont de gros projets de production d'électricité qui approvisionnent leur province en électricité et les États de la Nouvelle-Angleterre. L'effet des sources de combustibles sur les émissions de la production d'électricité ressort clairement si l'on compare les profils de ces provinces à ceux de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick, qui exportent aussi de l'électricité, une bonne partie de cette production étant tributaire des combustibles fossiles. À l'autre bout des lignes de transport, la plupart des États de la Nouvelle-Angleterre achètent au moins une certaine quantité d'électricité produite au Canada, ce qui réduit les émissions des entreprises d'électricité de ces États.

4.1.3 Utilisation commerciale et résidentielle

Environ un cinquième de la consommation secondaire d'énergie provient du chauffage, de la climatisation, de l'éclairage et de l'exploitation des bâtiments. Le chauffage local représente plus de la moitié de l'utilisation de l'énergie résidentielle, suivi par le chauffage de l'eau et les appareils. L'éclairage et la climatisation locale représentent une proportion beaucoup plus faible. Dix pour cent de l'énergie est consommée dans le secteur commercial, dans des types de bâtiments allant des églises, des bureaux, aux centres de loisirs. Le chauffage local et de l'eau représente la plus grande proportion de la consommation d'énergie, ainsi que l'éclairage et l'équipement de bureau (Référence 24).

Les émissions des secteurs commerciaux et résidentiels sont à peu près égales dans l'ensemble de la région du Nord-Est, et près du total de la région du Nord-Est pour les installations de production d'électricité. Cependant, les émissions commerciales canadiennes sont proportionnellement plus élevées que celles des États de la Nouvelle-Angleterre, alors que c'est le contraire pour les émissions du secteur résidentiel.

4.1.4 Industrie

Le secteur industriel comprend les activités manufacturières, minières et forestières. L'énergie est utilisée pour les technologies des procédés, la production de la vapeur, le pompage et la compression. Les bâtiments industriels utilisent aussi de l'énergie pour l'éclairage, le chauffage, la ventilation et la climatisation (Référence 24).

4.2 Émissions ne provenant pas de sources d'énergie

Bien que l'énergie soit la principale source d'émissions de gaz à effet de serre, les émissions provenant des activités humaines non liées à l'énergie, surtout les émissions d'azote nitreux et de méthane sont substantielles (Références 3 et 15). L'oxyde nitreux émis par les engrais et la combustion des déchets solides représentent 30 % des émissions mondiales anthropiques. Le méthane est émis pendant la production et le transport du charbon, du gaz naturel et du pétrole; un charbon excavé est une source principale de méthane en Nouvelle-Écosse (Référence 9). Les déchets solides, les lieux d'enfouissement, l'épuration des eaux usées et l'élevage de bétail produisent également du méthane. Mondialement, ces sources non énergétiques contribuent environ 10 % du méthane atmosphérique de l'activité humaine.

Les hydrofluorocarbures synthétiques (HFCs), les hydrocarbures fluorés (PFCs), et l'hexafluorure de soufre (SF6) sont des gaz à effet de serre très puissants. Ils sont produits dans divers procédés industriels et utilisés comme réfrigérants. Les concentrations de ces gaz devraient augmenter mondialement. Le dioxyde de carbone provenant du brûlage des déchets solides et du bois, de la déforestation et des changements d'utilisation des terres, représente environ 2 % du CO_2 anthropique mondial.

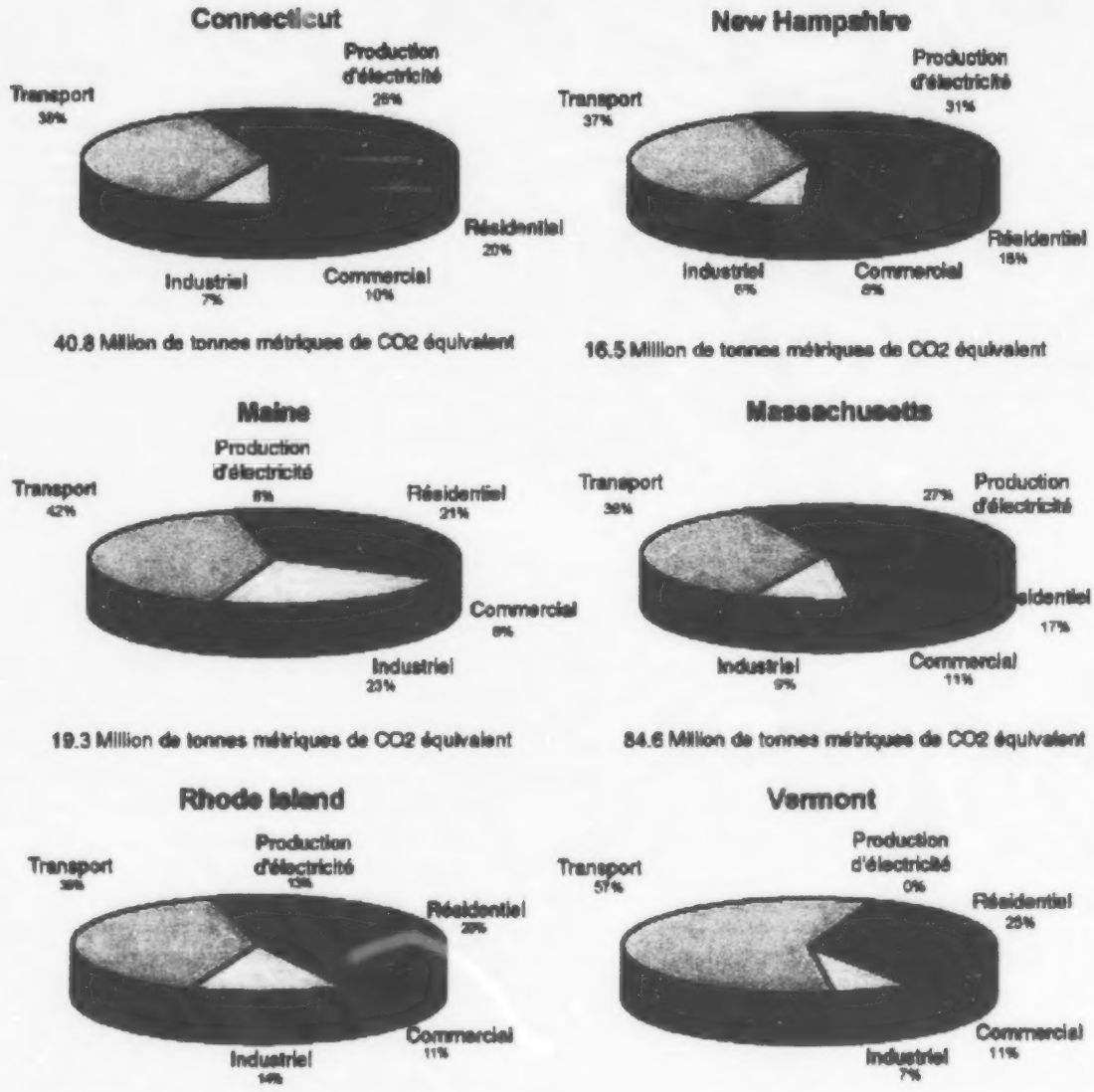

Figure 4-3 Émissions de gaz à effet de serre de sources énergétiques des États de la Nouvelle-Angleterre par secteur,- 1997
Source : EPA et Environnement Canada

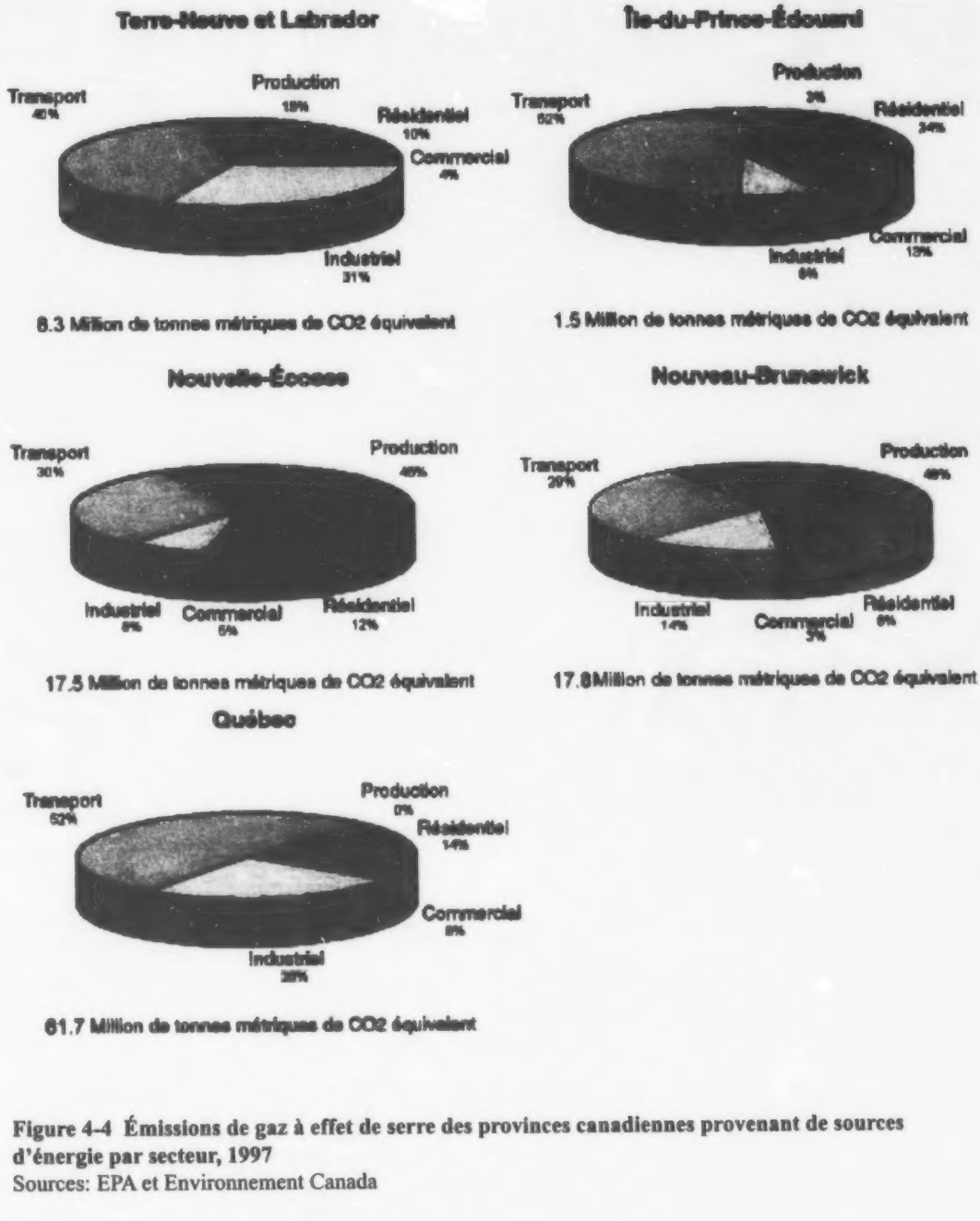

Figure 4-4 Émissions de gaz à effet de serre des provinces canadiennes provenant de sources d'énergie par secteur, 1997
Sources: EPA et Environnement Canada

5. Choix de mesures

Les effets des changements climatiques devraient se poursuivre au cours du prochain siècle, obligeant les personnes et les écosystèmes à s'adapter. Les mesures concernant les changements climatiques doivent être à deux volets : réduire les émissions de gaz à effet de serre (appelé aussi atténuation) et s'adapter aux effets. Même si les émissions de gaz à effet de serre sont réduites considérablement, les niveaux de dioxyde de carbone atmosphérique devraient continuer d'augmenter pendant de nombreuses décennies, même si les puits de carbone naturels pourraient ralentir l'augmentation des CO_2 atmosphériques.

Les provinces et les États ont la motivation et la capacité voulues pour assurer le leadership en vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre et pour s'adapter aux changements. La diversité des programmes et des directives dans le Nord-Est est impressionnante et continue de s'accroître. De nombreuses administrations ont dressé ou sont en voie de dresser des plans d'action concernant les changements climatiques et lorsque de tels plans étaient disponibles, ils ont été inclus dans la présente analyse des choix de mesures en matière de programmes et de directives. Les réalisations sont nombreuses à l'échelon municipal où les valeurs communautaires entrent en ligne de compte et où les gens peuvent être encouragés à prendre des mesures pour améliorer leur propre qualité de vie, et en dehors du gouvernement, par des mesures privées (Références 11, 12, 20, 23, 32 et 43).

Il y a des ressemblances dans les effets dans la région, ce qui rend une approche en matière de réduction des émissions et de mesures d'adaptation plus attrayante. Les activités économiques de la région du Nord-Est sont suffisamment variées pour que diverses stratégies de réaction puissent être appliquées afin d'atténuer les changements climatiques et s'y adapter. Cette gamme de stratégies est évidente dans les programmes et directives déjà en place dans la région, qui sont abordées ci-dessous, et dans les plans d'action concernant les changements climatiques de diverses administrations.

5.1 Ampleur des réductions des émissions

Selon la Convention cadre des Nations Unies concernant les changements climatiques, les États-Unis et le Canada se sont déjà engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre aux niveaux de 1990 entre 2008 et 2012 (Référence 24). Le Protocole de Kyoto, négocié en décembre 1997, établit de nouveaux objectifs pour la plupart des pays industrialisés, qui en moyenne sont à 5 % en dessous des niveaux de 1990.

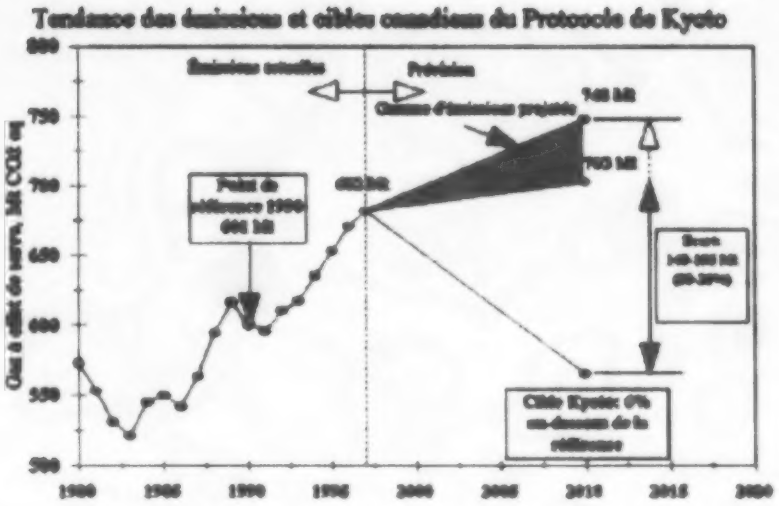

Figure 5-1 Tendance des émissions canadiennes et objectif du Protocole de Kyoto (Mégatonnes de CO_2 équivalentes)

En 1996, les émissions de gaz à effet de serre au Canada avaient augmenté à 12 % au-dessus des niveaux de 1990. D'après les prévisions, elles continueront d'augmenter d'ici 2010, selon les scénarios habituels, de 17 à 25 % au-dessus des niveaux de 1990. Cela suppose un écart réel entre les émissions prévues en 2010 et l'objectif de 20 à 25 % de Kyoto. La mise en vigueur du Protocole de Kyoto était qu'il ne ferait que ralentir les émissions et n'empêcherait pas les changements climatiques. Source : Environnement Canada, "Au sujet du Protocole de Kyoto" (Référence 7).

La figure 5-1 illustre les émissions historiques du Canada, les émissions normales prévues et l'objectif du Protocole de 6 % inférieur aux niveaux de 1990, d'ici 2010 (Référence 7). Pour atteindre cet objectif d'ici 2010, il faudrait que le Canada réduise ses émissions de 140 à 185 tm (de 20 à 25 %). Même si le Protocole de Kyoto n'est pas en vigueur, il est utile de tenir compte de ses objectifs en examinant les objectifs de réduction des émissions.

5.2 Objectifs communs

Un des objectifs clé est l'inventaire des directives et des programmes du secteur privé et du gouvernement qui offre des possibilités de réduire les émissions de gaz à effet de serre. À ce stade précoce de l'élaboration d'une stratégie, les sources d'émissions qui se développent les plus rapidement ou qui sont les plus considérables suscitent des préoccupations.

Il est utile d'harmoniser les objectifs de réduction des gaz à effet de serre avec les objectifs des directives qui offrent d'autres avantages comme la santé économique et environnementale. Certains programmes et directives assurent des réductions des émissions à effet de serre même si ce n'est pas leur principal objet. Il y a parfois des directives « sans regret » parce que les gens sont heureux d'obtenir des avantages qu'ils considèrent comme utiles même sans effets des changements climatiques. Ces avantages sont obtenus parallèlement à d'autres avantages possiblement moins valables qui pourraient être difficiles à obtenir de façon autonome (Référence 20).

Par exemple, les objectifs de réduire les polluants atmosphériques des combustibles fossiles donnent lieu à des réductions souhaitables d'anhydride sulfureux, d'oxydes nitreux et de particules, et occasionnent des réductions des émissions de gaz à effet de serre. Les réductions de polluants offrent des avantages locaux pour la santé qui sont reconnaissables et améliorent la qualité de vie alors que les bienfaits des changements climatiques sont moins tangibles et peuvent avoir été difficiles à atteindre seuls. De même, la collaboration entre les administrations et à l'intérieur des pays peut favoriser des systèmes partagés plus efficaces, comme le transport ferroviaire et intermodal de marchandises. Ces systèmes réduisent les coûts pour les entreprises et l'industrie, les polluants comme les pluies acides, le smog et l'ozone, et les émissions de gaz à effet de serre. Ces mesures sont avantageuses pour la santé et des routes plus sécuritaires.

Un deuxième objectif des mesures relatives aux changements climatiques est la planification en vue de l'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques sur l'environnement et les industries basées sur les ressources. Les priorités dans ce secteur sont mieux définies au fur et à mesure que les types et l'ampleur des effets des changements climatiques deviennent plus apparents. Il est possible d'harmoniser les objectifs d'atténuation et d'adaptation des changements climatiques et les objectifs de la protection environnementale, de la gestion des ressources et de la planification et du développement de l'infrastructure.

Les objectifs économiques sont compatibles avec les objectifs de réduction des émissions

En 1998, les émissions de gaz à effet de serre du Canada étaient de 13 % supérieures aux niveaux de base de 1990. La croissance des émissions s'estompe cependant. Au milieu des années 90, les émissions de gaz à effet de serre augmentaient à environ 3 % par année. En 1997, le taux a ralenti à 1,8 % et en 1998, la dernière année pour laquelle des données complètes étaient disponibles, le taux était de 1 %. En même temps, l'économie du Canada s'est accrue de 4,4 % en 1998.

Au cours des années 90, le Canada a réalisé des gains considérables en rendement énergétique dans de nombreux secteurs de l'économie. Le rendement énergétique global s'est amélioré de 6,2 % entre 1990 et 1997. Il en est résulté une réduction annuelle des émissions de gaz à effet de serre de 24 méga-tonnes par rapport à ce qui ce serait produit autrement.

Bon nombre de ces gains en rendement énergétique résultent des investissements effectués par les entreprises et l'industrie dans les procédés et les technologies qui réduisent les émissions tout en améliorant la compétitivité. Par exemple, l'industrie des pâtes et papiers a réduit ses émissions de 12 % entre 1990 et 1997, tout en augmentant son volume de production de 21 % au cours de la même période (Référence 12).

5.3 Priorités communes

Au cours de l'examen de l'information publiée sur les mesures concernant les changements climatiques dans la région du Nord-Est, quatre secteurs de mesures prioritaires communs à toutes les administrations sont devenus apparents :

- plus grande sensibilisation et compréhension à l'égard des changements climatiques,
- recherche, développement et innovations technologiques,
- possibilités de leadership gouvernemental,
- investissement dans la connaissance des changements climatiques.

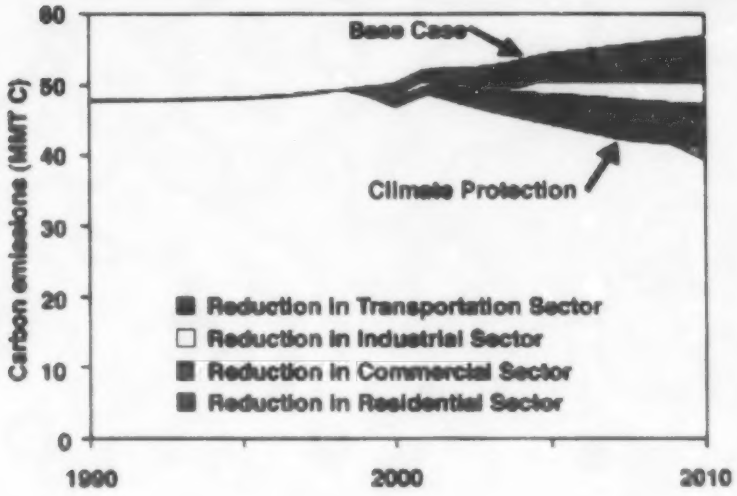

Figure 5-2 Possibilité de réduire davantage les émissions de CO_2

Les mesures et les politiques nationales pourraient inverser la tendance à la hausse dans les émissions de dioxyde de carbone de la Nouvelle-Angleterre. La figure montre les contributions aux réductions générales des émissions par rapport aux changements dans la consommation d'énergie par chaque secteur d'utilisation finale. Les réductions des émissions de dioxyde de carbone provenant de la production d'électricité attribuées à chaque secteur par rapport à leur consommation d'énergie. Source : Bernow et coll., Tellus Institute (Référence 1).

La présente section classe les programmes et les politiques des gouvernements et du secteur privé sous au moins un des quatre secteurs d'action prioritaire.

5.3.1 Plus grande sensibilisation et compréhension

Un des principaux défis à relever dans les efforts visant à réduire les gaz à effet de serre est de faire mieux comprendre au public les effets possibles et les mesures significatives qui sont possibles à tous les niveaux de la société. La sensibilisation et la compréhension accrues raffermissent l'engagement des gens et améliorent les résultats des mesures adoptées.

Dans leur planification, les deux gouvernements fédéraux et toutes les administrations de la région du Nord-Est ont cerné de nombreuses mesures de sensibilisation, soit comme secteur stratégique ou dans les différents secteurs de leurs plans concernant les changements climatiques. Des centres de consultation et de formation sont établis, des projets sont encouragés et les mesures volontaires sont reconnues. Les programmes sont axés sur l'information concernant les changements climatiques, les effets locaux potentiels et les exemples de méthodes optimales dans des secteurs comme l'agriculture, la foresterie, le rendement énergétique et la construction. La population peut aussi avoir accès à de l'information au sujet des sources d'énergie, des modes de transport durable et du contrôle des émissions ne provenant pas de combustibles.

5.3.2 Technologie et innovation

Les projets de démonstration, de développement et de recherche sont dominants parmi les mesures regroupées dans ce secteur prioritaire, l'objectif étant d'appliquer les meilleures technologies rapidement et de proposer de nouvelles technologies. La planification de la nouvelle recherche et le développement efficace des nouvelles technologies sont soutenus par une collaboration et un échange d'information accrus entre les gouvernements, et avec les secteurs publics et privés. Le réseautage aide aussi les décideurs à se tenir au courant des innovations et facilite l'élaboration de nouvelles politiques. Tout le monde reconnaît l'importance du maintien de la vitalité économique. Un cadre réglementaire, des normes et des stimulants financiers sont établis afin qu'il soit plus facile pour les entreprises de s'adapter à l'avance, tout en demeurant concurrentielles.

C'est le plus grand secteur prioritaire, pour ce qui est du nombre de politiques et de programmes déjà en place dans la région du Nord-Est. Les programmes de rendement énergétique et les partenariats encouragent l'adoption de la technologie actuelle et stimulent l'application de nouvelles technologies pour les bâtiments, les activités industrielles et la production d'électricité. D'autres programmes ciblent les modes de transport, les sources d'énergie renouvelables ou la réduction des émissions ne provenant pas de combustibles.

L'élaboration de politiques concernant les normes et le transfert d'impôt appuient les entreprises qui s'engagent à mettre au point et à appliquer de nouvelles méthodes. Au Canada, une mesure de protection de base est une stratégie visant à assurer que les mesures volontaires pour réduire les émissions qui sont adoptées maintenant seront créditées dans les programmes ultérieurs. En tant que décisionnaires, les gouvernements négocient les règles internationales pour limiter les coûts et réduire les obstacles à l'échange commercial. Les deux gouvernements fédéraux prennent des mesures pour positionner les entreprises et les aider à établir des relations commerciales internationales et à accéder aux mécanismes de souplesse du Protocole de Kyoto.

5.3.3 Leadership gouvernemental

Les gouvernements ont le rôle d'élaborer et de mettre en œuvre des politiques et des stratégies pour le bien des administrés. Ils peuvent exercer un rôle proactif, en démontrant qu'ils agissent de façon efficace dans leurs activités et la prise de décisions. Les gouvernements examinent des mécanismes pour faciliter l'élaboration de nouvelles politiques.

La plupart des administrations dans la région du Nord-Est et les gouvernements fédéraux assurent un leadership en améliorant le rendement énergétique de leurs propres bâtiments et de leurs parcs de véhicules. Certaines administrations étendent ce rendement à l'approvisionnement et à l'appui d'autres mesures semblables dans le secteur public, comme dans les écoles et d'autres établissements. Ces mesures sont financièrement responsables puisqu'elles réduisent les coûts d'exploitation sur une base continue.

Les connaissances spécialisées du personnel gouvernemental en matière de changements climatiques sont accrues. L'information et les connaissances sont partagées de plus en plus au sein des gouvernements et entre les gouvernements, et grâce aux partenariats avec les secteurs public et privé. Certains gouvernements investissent dans la mise sur pied de nouvelles approches comme la comptabilisation de tous les coûts, et encouragent le développement de débouchés pour les nouveaux produits ou services.

5.3.4 Investissement dans les connaissances et établissement de la fondation

Accroître les connaissances est un élément essentiel dans une approche de gestion des risques en matière de changements climatiques. Quelles sont les sensibilités? Quel est le délai? Quelles mesures sont les plus efficaces? Une plus grande quantité d'information améliorée réduit ces incertitudes et est un élément fondamental pour mettre au point différentes méthodes et pour faciliter la prise de décisions.

Les mesures dans ce secteur prioritaire varient des inventaires de gaz à effet de serre dans les administrations à l'établissement de réseaux de surveillance pour vérifier les changements du climat et des écosystèmes. L'acquisition de données améliorées permet de vérifier les progrès, ici et à l'échelon international, et contribue à tracer des orientations pour les nouvelles politiques. Des projets sur la séquestration du carbone, les inventaires forestiers et d'utilisation des terres sont déjà en cours. Le captage du dioxyde de carbone et le stockage géologique sont étudiés pour déterminer s'ils pourraient réduire les émissions nettes. En augmentant la capacité de modélisation et de recherche concernant les changements climatiques, ainsi que les analyses coût-avantages, on peut plus facilement tracer les orientations pour la recherche et les mesures d'adaptation à l'avenir.

5.4 Choix de politiques et de programmes

Une gamme complète de politiques et de programmes sont mis en place dans la région du Nord-Est pour traiter les réductions des émissions de gaz à effet de serre. Le présent document regroupe les mesures comme suit :

- Intersectoriel,
- utilisation d'énergie,
- sources et production d'énergie,
- transport,
- agriculture et foresterie, et
- émissions ne provenant pas de combustibles.

5.4.1 Intersectoriel

Bon nombre des politiques et des programmes établis dans la région du Nord-Est mettent l'accent sur les quatre secteurs prioritaires et sont efficaces pour tous les secteurs de la communauté. Les politiques et les programmes intersectoriels encouragent la communication, la coordination et les partenariats entre les secteurs et les niveaux de gouvernement. Les mesures clés dans ce secteur comprennent l'encouragement des mesures volontaires, le renforcement des possibilités commerciales, le développement de stimulants et la recherche de base.

5.4.2 Utilisation et rendement de l'énergie

Des efforts considérables ont été déployés dans la région du Nord-Est pour accroître le rendement énergétique des bâtiments commerciaux et résidentiels, y compris des travaux de réaménagement et l'établissement de nouvelles normes de construction améliorées. La sensibilisation, les programmes de conservation d'énergie et de rendement énergétique, les normes relatives à l'équipement, aux appareils et aux bâtiments, la gestion de la demande et la vérification de l'énergie, voilà autant de mesures qui ont été adoptées dans ce secteur. Certains programmes reconnaissent les mesures volontaires dans le secteur privé et il existe des stimulants pour inciter l'industrie à réduire son utilisation de l'énergie et ses émissions.

Pour les bâtiments résidentiels, les hypothèques « vertes » et les programmes d'aide au rendement énergétique aident les familles à faible revenu à profiter des coûts-avantages d'une réduction de l'utilisation de l'énergie. Certains programmes favorisent les mesures « sans regrets » qui ont des avantages directs apparents immédiatement, comme le chauffage de l'eau et des locaux, et les contre-fenêtres à haut rendement énergétique. À l'échelon des gouvernements, il existe des programmes pour l'impartition du rendement énergétique relativement au réaménagement et à la comptabilisation de l'énergie. Les programmes sensibilisent aussi les municipalités aux modes de fonctionnement avec des partenariats. Les municipalités sont bien placées pour transmettre de l'information aux citoyens et aux entreprises locales, et les mesures qu'elles prennent dans tous les secteurs garantissent les « avantages de la qualité de vie » aux résidents.

5.4.3 Sources et production d'énergie

Sources d'énergie

Les émissions du pétrole et du gaz devraient augmenter au fur et à mesure que la production de gaz naturel sera mise en service dans la région du Nord-Est alors que les émissions d'utilisation diminueront au fur et à mesure que le gaz naturel sera accessible aux consommateurs. Les technologies d'énergie renouvelable et d'autres formes d'énergie peuvent être des moyens plus durables, plus stables et moins polluants de produire et d'utiliser de l'énergie. Ces sources sont souvent disponibles au niveau local et comprennent les pompes à chaleur de base d'eau souterraine, l'énergie éolienne, l'énergie solaire et la biomasse.

Dans ce secteur, les politiques et les programmes comprennent l'information du consommateur sur les sources d'énergie et leurs effets. Des programmes de certification visant à améliorer la fiabilité des fournisseurs d'autres sources d'énergie sont également en cours. Des programmes, des démonstrations et des stimulants sont en place pour encourager les entreprises et les industries à mettre en œuvre d'autres technologies efficaces par rapport au coût; il existe également des fonds et des stimulants pour la recherche et le développement relatifs aux nouvelles technologies d'autres sources de combustibles.

Production

La production d'énergie à partir des combustibles fossiles est un important contributeur de gaz à effet de serre, et d'autres polluants atmosphériques et aquatiques dans la région du Nord-Est. La capacité de production d'électricité a favorisé la diversification de la base industrielle dans le Nord-Est et les niveaux de production devraient augmenter au fur et à mesure que l'économie de la région du Nord-Est continuera de croître. Pour la plupart des administrations, une des stratégies clés consiste à réduire les émissions de la production, à adopter d'autres combustibles et à maximiser les efficacités par différents moyens.

Dans certaines administrations, la restructuration du secteur de l'électricité et les modifications aux règlements permettent de promouvoir l'adoption de nouveaux combustibles. Dans certaines administrations, les changements sont, entre autres, l'obligation pour les producteurs d'inclure une partie de la production des combustibles renouvelables (appelés Renewable Portfolio Standards). Les enjeux sont importants pour ce qui est des choix comme l'accroissement de l'utilisation de l'hydroélectricité et de l'énergie nucléaire.

Même si de nombreuses industries au Canada et aux États-Unis ont déjà amélioré leur efficacité, en réponse aux pressions en vue de la mondialisation, les industries qui utilisent beaucoup d'énergie, comme les pâtes et papiers et le raffinage, peuvent réaliser d'autres économies en adoptant d'autres combustibles et en se lançant dans la coproduction, qui regroupe les besoins de chauffage et d'énergie. Des mesures de gestion axées sur la demande, entre autres, sont en cours pour réduire la pression sur la capacité de production. De nouvelles technologies de la biomasse et de nouvelles sources d'énergie éolienne sont en cours de développement.

Les administrations se penchent sur les obstacles aux transports. Elles étudient l'avantage qu'il y aurait à encourager les petites centrales qui peuvent profiter d'autres sources d'énergie et réduire les pertes subies lors du transport. Des incitatifs comme l'échange d'émissions sont envisagés pour faciliter l'adoption de nouvelles technologies. La recherche est en cours concernant le stockage géologique des émissions de sources fixes comme les centrales.

5.4.4 Transport

Le transport est la principale source d'émissions dans le Nord-Est. Ces émissions ont aussi des impacts sur le smog au niveau du sol et sur les pluies acides. Même si les transports en commun sont une solution dans les centres urbains, une bonne partie de la région du Nord-Est est rurale. Les modes d'établissement sub-urbains et ruraux font en sorte que les gens et les entreprises dépendent grandement des véhicules à moteur.

Les politiques et les programmes de transport visent trois secteurs particuliers : accroître le rendement énergétique des réseaux de transport; développer des véhicules plus efficaces; encourager l'utilisation d'autres combustibles. Les programmes en vue de la sensibilisation et de la promotion des autres systèmes de transport comme les transports en commun, le covoiturage et le transport intermodal des marchandises, sont encouragés.

Les règlements et les normes relatifs au rendement du combustible, comme la norme US CAFÉ (Corporate Average Fuel Efficiency) sont favorisés. D'autres mesures sont adoptées : investissement dans la planification communautaire pour favoriser l'utilisation d'autres combustibles et mise au point de systèmes de transport intelligents qui sont plus efficaces et qui se traduisent par des modes de transport moins néfastes. Des outils économiques pour stimuler la production et l'utilisation des véhicules peu polluants sont mis au point.

5.4.5 Agriculture et foresterie

Comme les activités économiques basées sur les ressources naturelles, l'agriculture et la foresterie sont aussi regroupés. Les deux sont répandues dans la région du Nord-Est, et occupent de nombreux petits exploitants (p. ex. fermes familiales ou propriétaires de lots boisés) ainsi que de grandes entreprises. Il existe de nombreuses sources non ponctuelles d'émissions mais en même temps, les sols agricoles, les communautés de végétation et les systèmes forestiers peuvent assurer le stockage de carbone dans le cadre de la gestion des ressources actives.

Agriculture

Les mesures agricoles déjà en place dans la région du Nord-Est afin de réduire les émissions et de s'adapter aux changements climatiques comprennent, entre autres, la recherche scientifique sur les émissions de gaz à effet de serre provenant de sources agricoles et sur le potentiel des sols comme puits de carbone. On fait la promotion des méthodes de gestion optimales pour les sols, le bétail et les cultures. Ces méthodes ont aussi l'avantage d'être économiques et écologiques. Les méthodes optimales favorisent la qualité de l'eau et du sol, et réduisent les coûts des intrants et les émissions de méthane et d'oxyde nitreux des engrais et du fumier, les principaux gaz à effet de serre de sources agricoles.

Foresterie

La foresterie est liée à l'agriculture pour ce qui est des mesures prises afin de planter des brise-vent et des arbres sur les terres agricoles marginales. La plantation d'arbres dans les zones commerciales et résidentielles réduit l'utilisation de l'énergie et purifie l'air. Inventaires forestiers, planification de l'utilisation des terres, travaux sylvicoles et de recherche accrus pour le captage du carbone, voilà autant de mesures qui sont déjà en cours.

Il serait possible d'intégrer à ces systèmes les politiques et les programmes qui sont élaborés pour d'autres activités tributaires des écosystèmes et basés sur les ressources, comme les pêches, l'aquaculture et le tourisme.

5.4.6 Sources non combustibles de gaz à effet de serre

Même si les émissions de gaz à effet de serre provenant de l'utilisation de combustibles à base de carbone sont un facteur principal des changements climatiques, il y a moyen d'atténuer les effets en réduisant et en maîtrisant les émissions des procédés naturels utilisés dans les activités humaines. Il est possible de réduire la production de gaz de méthane provenant de la biodégradation des déchets et la production intensive du bétail ainsi que des gaz nitreux de l'agriculture.

Les politiques et les programmes dans ce secteur mettent l'accent sur le recyclage accru des déchets municipaux, qui réduit l'énergie utilisée dans la production ainsi que les gaz produits par la biodégradation ou l'incinération. De même, les mesures encourageant le recyclage au niveau industriel réduisent les émissions liées aux combustibles. Ainsi, les objectifs relatifs aux changements climatiques sont harmonisés avec les objectifs en matière de réduction des déchets et de protection de l'environnement. Le captage des gaz des lieux d'enfouissement est toujours favorisé, comme d'ailleurs la réduction des gaz émis par l'épuration des eaux usées.

5.5 Lacunes par rapport aux choix

La plupart des politiques et des programmes déjà en place sont axés sur les activités économiques et les valeurs. Toutefois, pour faire face aux effets étendus des changements climatiques, il faut élaborer des programmes et des politiques pour protéger les valeurs sociales et environnementales également. De ce point de vue, d'autres secteurs pourraient être considérés, surtout au fur et à mesure de la mise en œuvre des politiques et des programmes.

5.5.1 Objectifs sociaux

Abordabilité

Des programmes visant à rendre les mesures efficaces plus abordables pour les familles à faible revenu sont en cours d'élaboration au Vermont. Ces programmes visent à surmonter les obstacles économiques en améliorant l'accès à la formation et aux incitatifs financiers.

Santé humaine et bien-être

La surveillance de la santé humaine et de la santé de l'environnement peut sensibiliser la collectivité aux nouvelles menaces au fur et à mesure de l'évolution des changements climatiques. Les programmes de mesures d'urgence doivent tenir compte des pressions des événements de crise de plus en plus fréquents. Il faudrait également envisager des stratégies pour protéger la stabilité sociale.

Utilisation des terres et urbanisme

L'utilisation des terres et l'urbanisme peuvent réduire les émissions, protéger contre les menaces comme les ondes de tempête et les inondations, accroître le stockage du carbone et la stabilité sociale. On peut réduire les effets et assurer une meilleure qualité de vie en développant des solutions de rechange aux communautés centrées sur le véhicule. L'énergie des collectivités qui travaillent ensemble peut être canalisée grâce à des programmes bien conçus.

5.5.2 Objectifs écologiques

Ressources naturelles et protection de l'environnement

Les changements climatiques peuvent avoir des effets sur les écosystèmes même sans activité économique connexe. Certains programmes et politiques visent à reconnaître et à protéger ces valeurs, comme la protection de la zone côtière et la planification des aménagements. Les stratégies des secteurs protégés en voie d'élaboration dans bon nombre d'administrations peuvent être liées à la réduction des effets des changements climatiques et aux programmes de surveillance écologique.

6. Prochaines étapes

Les « prochaines étapes » pour établir une approche coordonnée dans la région du Nord-Est afin de faire face aux changements climatiques commenceront à l'atelier « Nouvelles orientations pour le Nord-Est » qui a lieu à Fredericton à la fin mars 2001.

L'atelier est une occasion de commencer à élaborer, pour la région du Nord-Est, des solutions en vue d'un plan régional général, qui repose sur l'échange d'information et de connaissances, et sur la collaboration à la résolution des problèmes. Les participants pourront cerner :

- les programmes et les politiques les plus efficaces dans leurs administrations, partager de l'information et réduire le dédoublement des efforts;
- les secteurs où une intervention coordonnée peut produire des avantages multiples;
- les secteurs où le travail en collaboration pourrait permettre d'élaborer les meilleures solutions de façon efficace et efficiente;
- les enjeux critiques et les effets qui n'ont pas encore été traités; et
- les besoins en matière d'information et de recherche qui pourraient être réglés en partenariat ou par des réseaux.

À part du présent document, d'autres publications fédérales, provinciales et du secteur privé peuvent servir de point de départ aux discussions sur les possibilités pour la région du Nord-Est. Climate Changes Impacts on the United States (Référence 22) aborde les mécanismes de recherches et l'Étude pan-canadienne (Référence 6) examine les orientations futures.

Au Canada, « un Recueil de mesures canadiennes » résume les programmes provinciaux, fédéraux et du secteur privé au Canada et ceux prévus jusqu'en octobre 2000. Le Programme d'action national concernant les changements climatiques (Référence 23) établit les orientations stratégiques et le « Premier plan national d'activités du Canada sur le changement climatique » présente les programmes et les politiques de tous les paliers d'administration et du secteur privé en 2000. Élaboré à la suite d'une vaste consultation publique, il comporte un engagement à revoir, renouveler et réviser le plan chaque année. Connexe au plan d'activités, le gouvernement du Canada a établi un plan d'action national (Référence 11).

Des plans d'action concernant les changements climatiques sont en voie d'être mis en place dans certaines administrations dans la région du Nord-Est : le programme « Fueling our Future » du Vermont a été rendu public en 1999 (Référence 43); le « State of Maine Climate Action Plan » a été présenté à la fin de 2000 (Référence 20); le plan du Massachussetts devrait être rendu public au début de 2001 et celui de New Hamphire, d'ici juin 2001. On peut trouver les liens aux plans d'action et aux inventaires sur le site Web EPA Global Warming (Référence 3). La province de Québec a rendu public un plan d'action du Québec sur les changements climatiques pour 2000-2002 (Référence 32) et la Nouvelle-Écosse a effectué une consultation publique (Référence 31).

Une recherche sur les « changements climatiques » sur Internet a donné une foule de renseignements. En plus d'excellents sites gouvernementaux comme le site EPA Global Warming (Référence 3) et le site sur les changements climatiques d'Environnement Canada (Référence 8), les organismes du secteur privé cherchent de nouveaux moyens que la société pourrait adopter pour réduire ses effets et s'adapter aux changements climatiques. Les documents de principe et les plans d'action de groupes comme le Tellus Institute (Référence 1), le Pembina Institute (Référence 30), la Fondation David Suzuki (Référence 2) et plusieurs autres contiennent des idées et suggestions innovatrices à des fins de discussion.

7. Références

1. Bernow, Stephen et W. Dougherty, J. Dunbar, T. Page et M. Goldberg. 2000. New England's Global Warming Solutions. Tellus Institute.
http://www.tellus.org/energy/index.html « publications »

2. Fondation David Suzuki, Information et publications sur le changement climatique.
http://www.davidsuzuki.org/http://www.davidsuzuki.org/Publications/Climate_Change_Reports/default.asp

3. Environmental Protection Agency, USA. EPA Global Warming web site.
http://www.epa.gov/globalwarming

4. Environnement Canada. 2000. Les dix principaux événements météorologiques de l'an 2000.
http://www.ec.gc.ca/press/00-12-27_b_f.htm

5. Environnement Canada. 2000. Étude des catastrophes naturelles en 1999 tirée des données de Munich Re.
http://www.munichre.com/

6. Environnement Canada. 1997. L'étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques. Résumé national pour les décideurs.
http://www.ec.gc.ca/climate/ccs/ccs_f.htm

7. Environnement Canada. Inventaire de gaz de serre.
http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/

8. Environnement Canada. Les changements climatiques.
http://www.ec.gc.ca/climate/

9. Environnement Canada. Programme d'action national concernant les changements climatiques.
http://www.ec.gc.ca/climate/resource/cnapcc/index.html

10. Environnement Canada. La science des changements climatiques (à partir des données de S. J. Lambert).
http://www.msc-smc.ec.gc.ca/saib/climate/ccsci_e.cfm

11. Gouvernement du Canada. 2000. Plan d'action 2000 du gouvernement du Canada sur le changement climatique.
http://www.climatechange.gc.ca/french/whats_new/action_plan.html

12. Gouvernement du Canada. 2000. Recueil de mesures canadiennes.
http://www.nccp.ca/html/

13. Gouvernement du Canada. 1997. L'Étude pan-canadienne Vol. 6 Réponse aux changements climatiques au Canada atlantique.
http://www.ec.gc.ca/climate/ccs/ccs_f.htm

14. Gouvernement du Canada. 1997. L'Étude pan-canadienne Vol. 5 Réponse aux changements climatiques au Québec.
http://www.ec.gc.ca/climate/ccs/ccs_f.htm

15. Gouvernement du Canada. Division des gaz à effet de serre.
http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/french/fBack ground.html

16. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2001. Changements climatiques 2001. Le troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
http://www.ipcc.ch

17. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2000. Rapport spécial sur les scénarios d'émissions.
http://www.grida.no/climate/ipcc/

18. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2000. The Regional Impacts of Climate Change - An Assessment of Vulnerability. Chapitre 8 North America par David S. Shriner (USA) et Roger B. Street.
http://www.grida.no/climate/ipcc/

19. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 1995. Changements climatiques. 1995. Deuxième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
www.ipcc.ch/pub/reports.htm

20. Maine State Planning Office. 2000. State of Maine Climate Change Action Plan Vol. 1.
http://janus.state.me.us/spo/CCAP/

21. Services météorologiques du Canada. 1998. La pire tempête de verglas de l'histoire canadienne.
http://www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/events/icestorm98/icestorm98_the_worst_f.cfm

22. National Assessment Synthesis Team, U.S. Global Change Research Program. . 2000. Climate Change Impacts on the United States. The Potential Consequences of Climate Variability and Change.
http://www.gcrio.org/NationalA ssessment/

23. Processus national de changement climatique. 2000. Premier plan national d'activités du Canada sur le changement climatique.
http.//www.nccp.ca/html/

24. Ressources naturelles Canada. 2000. Après Kyoto : Comment aborder le problème de changement climatique au XXI^{e} siècle.
http://climatechange.nrcan.gc.ca/french/htm l/feature/kyoto.html

25. Ressources naturelles Canada. Atlas national du Canada. Faits géographiques sur le Canada - littoral.
http://www.atlas.gc.ca/francais/facts /coastline.html#c4

26. Ressources naturelles Canada. Sensibilités aux changements climatiques – Élévation du niveau de la mer au Canada atlantique, Enquête géologique 505.
http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/sensiti vities/map1_fr.htm

27. Ressources naturelles Canada. Sensibilités aux changements climatiques - pergélisol.
http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/sensiti vities/map2_fr.htm

28. Ressources naturelles Canada. Atlas national du Canada en ligne.
http://www.atlas.gc.ca/

29. Northeast States for Coordinated Air Use Management. 1997. 1990 Greenhouse Gas Emissions in New England A Regional Summary.

30. Pembina Institute. Publications concernant les changements climatiques.
http://www.pembina.org/climate/pubs.htm

31. Province de Nouvelle-Écosse. 2000. Turning Challenge Into Opportunity.
http://www.gov.ns.ca/natr/climate/index.htm

32. Province de Québec. 2000. Plan d'action du Québec sur le changement climatique 2000-2002.
http://www.menv.gouv.qc.ca/air/changement/plan_action/index-en.htm

33. Statistique Canada. 1996. Recensement de 1996.
http://www.statcan.ca/

34. Sutherland, Karen M. et Gary S. Lines. 2000. A Further Examination of Regional Temperature Trends in Atlantic Canada. Services météorologiques du Canada – Environnement Canada, région de l'Atlantique. (communication personnelle)

35. Thieler, E. Robert et Erika S. Hammar-Klose. 1999. National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: U.S. Atlantic Coast, U.S. Geological Survey Open-File Report 99-593.
http://woodshole.er.usgs.gov/epubs/openfiles/ofr99-593/

36. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. 1997. Protocole de Kyoto à la Convention cadre des Nations Unies concernant les changements climatiques.
http://www.unfccc.de/resource

37. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. 1992. Convention cadre des Nations Unies.
http://www.unfccc.de/resource

38. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. 1992. Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement.
http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=78

39. U.S. Census Bureau. 1999. Condensé des statistiques des États-Unis. 1999.
http://www.census.gov/prod/www/statistical-abstract-us.html

40. U.S. Department of Agriculture Forest Service. Ecosystem Divisions.
http://www.fs.fed.us/colorimagemap/ecoreg1_divisions.html

41. U.S. Federal Government. FedStats -The gateway to statistics from over 100 U.S. Federal agencies.
http://www.fedstats.gov/

42. U.S. Geological Survey. U.S. National Coastal Assessment.
http://coastal.er.usgs.gov/national_assessment/

43. Vermont Department of Public Service. 1998. Fueling Vermont's Future: Comprehensive Energy Plan and Greenhouse Gas Action Plan.

44. Wendell Cox Consultancy. U.S. States Ranked by Population Density: 1990.
www.demographia.com

45. Williams, S. Jeffress et James B. Johnston. 1995. Coastal Barrier Erosion: Loss of Valuable Coastal Ecosystems. *in* Our Living Resources: A Report to the Nation on the A Report to the Nation on the Distribution, Abundance, and Health of U.S. Plants, Animals, and Ecosystems. U.S. Geological Survey
http://biology.usgs.gov/s+t/noframe/m4146.htm